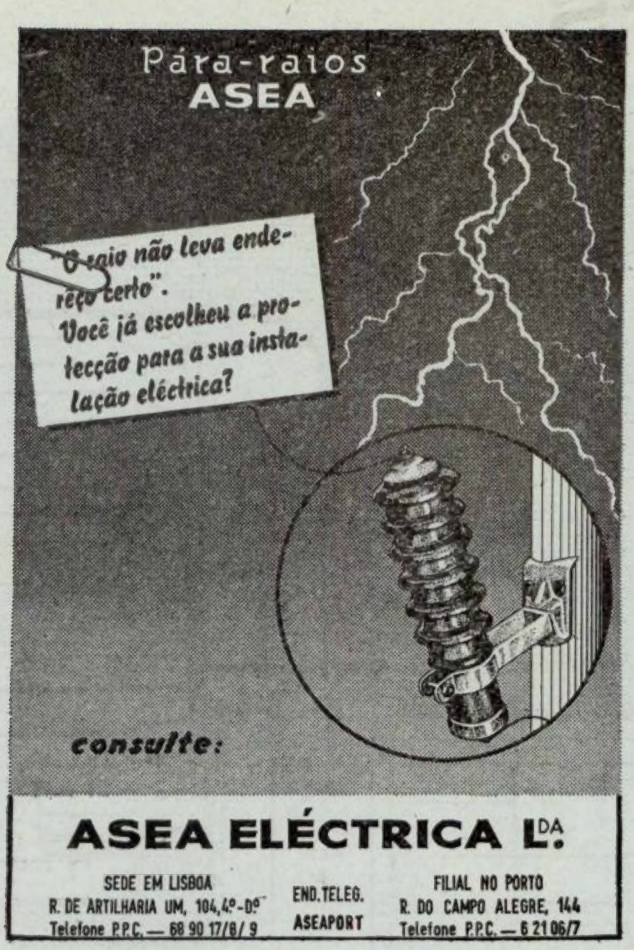


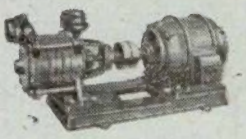
ASEA ELÉCTRICA L.DA

SEDE EM LISBOA
R. DE ARTILHARIA UM, 104,4º-Dº
Telefone P.P.C. — 68 90 17/8/9

END. TELEG.
ASEAPORT

FILIAL NO PORTO
R. DO CAMPO ALEGRE, 144
Telefone P.P.C. — 6 21 06/7

BOMBAS



Se tem um problema de bombas, consulte

VASCO PESSOA, LDA.

Rua da Boavista, 63

LISBOA

Só

Araldite - o ligante mais forte que se conhece

Liga para sempre
Aço · Metais
Vidro · Borracha
Cerâmica
Plásticos
(não maleável)
e todo o material de uso corrente

* Indispensável em casa e na oficina, **ARALDITE**, o ligante do engenheiro, usado na aviação a jacto.
* Liga materiais da mesma natureza e de natureza diferente.

Resiste a
Calor
Humidade
Solventes
Ácidos

À VENDA NAS DROGARIAS E PAPELARIAS

Pode finalmente ser utilizada em misturas com cinzas volantes provenientes, por exemplo, da despoeiração das chaminés de certas indústrias (18). Esta utilização é equivalente à da mistura cal-pozolana que já tem grande tradição na construção civil.

A cal apresenta portanto largas perspectivas que, a serem confirmadas pelos estudos em curso por toda a parte, terão o maior interesse para as regiões onde este produto seja abundante e barato.

2 — *Estabilização com resinas*

São numerosas as resinas cuja utilização tem sido estudada, mais como hidro-repelentes do que como aglutinantes.

Referem-se por exemplo a Resin, o Vinsol como hidro-repelentes utilizáveis em proporções geralmente inferiores a 2 % (19, pág. 115) e a anilina-furfural, o resorcinal-formaldeído, etc., como aglutinantes geralmente utilizados em dosagens inferiores a 5 %.

Estas aplicações encontram-se porém ainda no domínio experimental além de que são muito caras.

Em Inglaterra, por exemplo, 1 % de tratamento com Vinsol é equivalente em custo a 10 % de tratamento com cimento (6).

VI — CONSTRUÇÃO

1 — *Métodos de construção*

A *mistura* é, correntemente, a única operação específica da estabilização de solos; todas as outras, *escavação, carga, transporte, descarga, espalhamento, rega e compactação*, são comuns a outros tipos de camadas de pavimentação. Por isso mesmo é a maneira de efectuar a mistura que distingue os processos de construção de camadas estabilizadas nos seguintes métodos:

— Método de mistura no local
— Método de mistura prévia em estaleiro fixo («stationary plant»)
— Método de estaleiro móvel («Traval plant»)

Vejamo-los muito sumàriamente:

As operações principais a efectuar são a *preparação do local*; a *desagregação do solo*; a *rega*, quando e na quantidade necessária; a *distribuição* do estabilizador, por rega se for líquido, manual ou mecânicamente quando for em pó; a *mistura* do estabilizador com o solo, no caso do solo-cimento precedido de rega até à humidade especificada; a *compactação*; o *acabamento*; e finalmente a *protecção e cura*.

Estas sucessivas operações podem ser executadas uma por uma constituindo o método de *passagens múltiplas* («multi-pass»), ou grande parte delas, a desagregação, distribuição do estabilizador, mistura, rega e compactação, numa única passagem dum equipamento especial constituindo o método de *uma passagem* («single-pass»).

Entre nós, em Moçambique (20), na execução de bases de solo-cimento a mistura no local é a técnica mais usada, inicialmente pelo método de passagens múltiplas, recentemente pelo método de uma passagem e de estaleiro móvel. A técnica do estaleiro fixo, é utilizada principalmente para as reparações.

No método das passagens múltiplas utilizam-se misturadores do tipo «pulvi-mixer» tendo-se obtido produções diárias de 400 m com 6 m de largura e 15 cm de espessura, utilizando apenas 1 «pulvi-mixer» em 8 horas de trabalho (20). No método de uma passagem utiliza-se o equipamento inglês «Howard» cuja experiência em solos argilosos não tem sido, por ora, muito animadora (20).

No método de estaleiro móvel utiliza-se o equipamento americano «Petibone Wood» o que permite uma produção média diária de 1000 m de pavimento de 6 m de largura trabalhando em dois turnos de 8 horas cada.

A execução do trabalho é feita geralmente por empreitada sujeita a um caderno de encargos muito pormenorizado (10).

A estabilização com betume, em Moçambique, tem sido utilizada ùnicamente em trabalhos de alargamento de plataformas. Utiliza-se o método do estaleiro fixo com equimento Barber-Green de mistura contínua (20).

2) — *Exemplos*

a) — *Pavimentação da E. N. 1, Lourenço Marques-Inchope, em Moçambique (21).*

A construção desta estrada de cerca de um milhar de quilómetros, iniciada antes da guerra com pavimento de semi-penetração betuminosa que, por falta de pedra a pequena distância, fi-

cara muito cara, passou depois da guerra a ser feita mediante a utilização de solos estabilizados. Tentou-se inicialmente a pavimentação com faixas de betão mas poz-se de parte por não assegurar boas condições de tráfego. Recentemente procedeu-se ao alargamento com areia-betume com 4 % de betume 80/100 (fig. 10) e acabamento com um tapete de argamassa asfáltica.

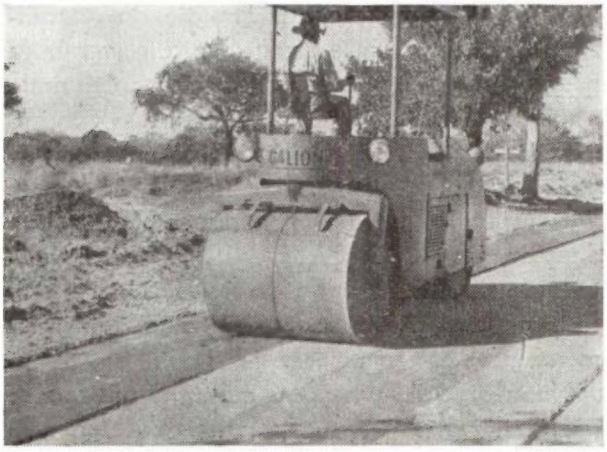


Fig. 10 — E. N. 1, em Moçambique. Cilindramento

A mistura foi feita em estaleiro fixo com equipamento Parber, de funcionamento discontínuo (14) ou Barber-Green de funcionamento contínuo.

Presentemente a solução adoptada consiste geralmente num tapete de argamassa asfáltica ou um duplo revestimento betuminoso sobre uma base de solo-cimento.

Nalguns troços houve que proceder ao alargamento da estrada.

Fig. 11 — Moçambique. Colocação dos sacos de cimento. Método das passagens múltiplas

Nas figs. 11 a 15 apresentam-se alguns aspectos da construção.

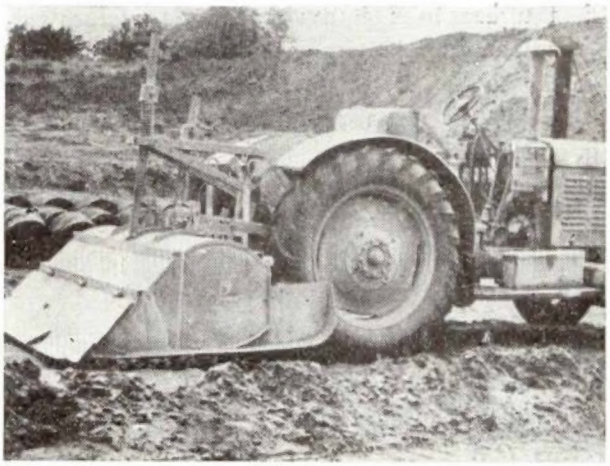


Fig. 12 — Moçambique. Misturador rotativo

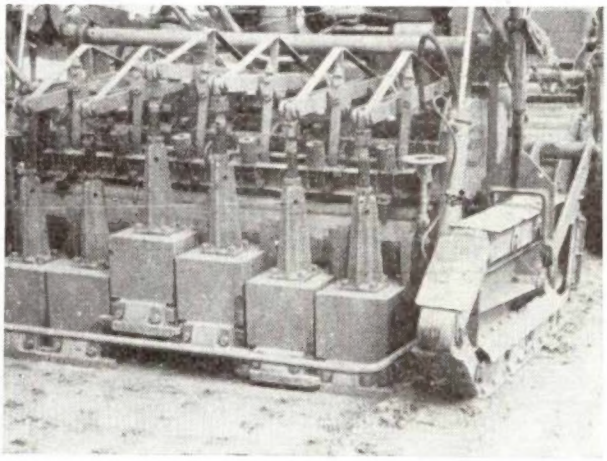


Fig. 13 — Moçambique. E. N. 1. — Equipamento Howard de uma passagem

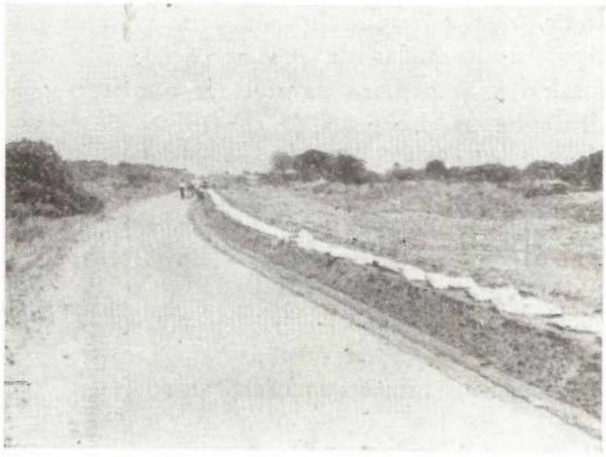


Fig. 14 — Moçambique. E. N. 1. — Preparação de um cordão de terra para o equipamento Pettibone Wood

Fig. 15 — Moçambique. E. N. 1 — Misturador Pettibone Wood

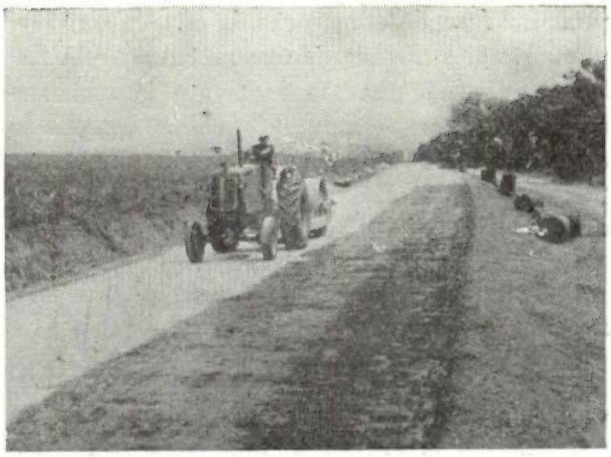


Fig. 18 — Angola. Revestimentos superficiais sobre base de laterites. Troços experimentais

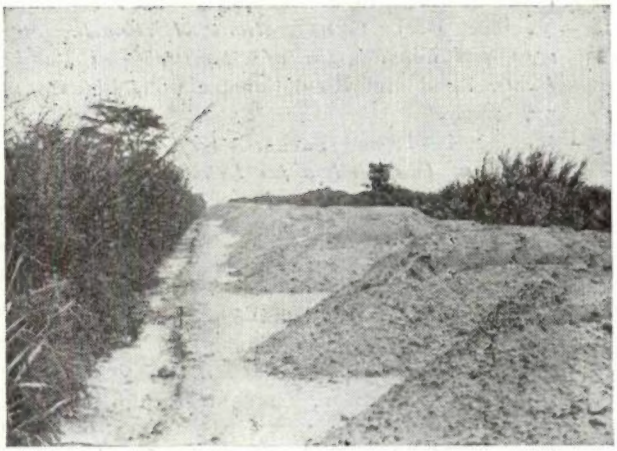


Fig. 16 — Moçambique. E. N. 6 — Colocação dos terrenos para a base estabilizada

Fig. 19 — Metrópole. Pavimento de solo-cimento numa região de dunas no litoral do Algarve

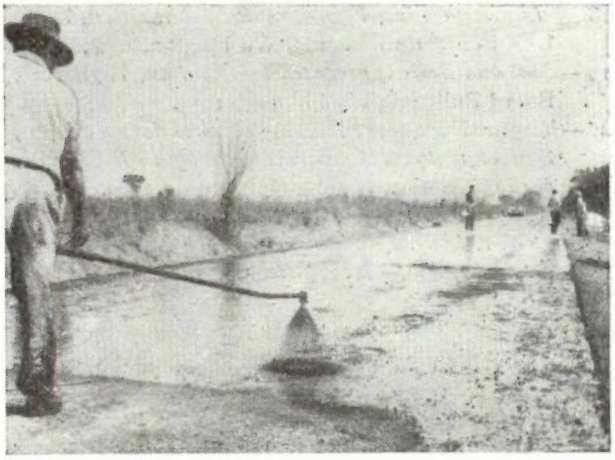


Fig. 17 — Angola. Revestimentos superficiais sobre base de laterites. Troços experimentais

b — *Bases de solos lateríticos na E. N. 6, Beira-Rodésia, em Moçambique.*

Nalguns troços foi executado um tapete de betão asfáltico com 3 cm de espessura assente directamente sobre uma base de terrenos lateríticos estabilizados mecânicamente. Na fig. 16 mostram-se algumas fases da construção.

O trabalho foi objecto de estudos especiais (2) e continua em observação.

Noutro ponto da mesma estrada o tapete utilizado foi de argamassa betuminosa.

c — *Angola. Revestimento superficial betuminoso sobre base estabilizada de terrenos lateríticos.*

Na estrada Luanda-Nova Lisboa, na região planáltica, abundam os materiais lateríticos. Uma

primeira fase da construção da estrada consiste numa simples camada de terreno laterítico. A 2.ª fase consistirá num revestimento betuminoso superficial. Para estudo da melhor solução a adoptar construiram-se na zona do Catofe vários troços experimentais. Na figs. 17 e 18 apresentam-se alguns aspectos dessa construção.

d — *Metrópole. Estabilização de areias de dunas próximo de Sagres, no Algarve.*

Num troço de estrada do litoral do Algarve construiu-se a título experimental um troço de solo-cimento atravessando uma zona de dunas. Na fig. 19 apresenta-se um aspecto do trabalho mostrando algumas fissuras.

AGRADECIMENTOS

O autor deseja agradecer à Junta Autónoma de Estradas, ao Laboratório de Ensaio de Materiais e Mecânica dos Solos de Moçambique e ao Laboratório de Engenharia de Angola, as fotografias que ilustram este trabalho; e ao engenheiro Dario da Silva a colaboração prestada na revisão das provas tipográficas.

BIBLIOGRAFIA

1 — *Vocabulário de Estradas e Aeródromos,* Lab. Nac. de Eng.ª Civil, Lisboa, 1959.

2 — *As Laterites do Ultramar Português,* Memória n.º 141, Lisboa, 1959, Lab. Nac. Eng.ª Civil; Lab. de Eng.ª de Angola; e Lab. de Ens. Mat. Mec. Solos de Moçambique.

3 — Nascimento U., Seguro J., Costa E., Pinela J., *Contribuição para o Aperfeiçoamento dos Métodos de Dimensionamento de Pavimentos de Estradas e Aeródromos,* 1.ª Jornadas Luso-Brasileiras de Engenharia Civil, Lisboa, 1960.

4 — *Compaction of Embankments, Subgrades and Bases,* Hig. Res. Board Bulletin 58, Washington, 1952.

5 — Pimentel dos Santos, «*Previsão dos Limites de Consistência de Solos e Misturas de Solos*», Lab. Ens. Mat. Mec. Solo Moçambique, Lourenço Marques.

6 — *Soil Mechanics for Road Engineers,* Road Research Laboratory, Londres, 1952.

7 — *Effect on Soil Compaction of Tire Pressure an Number of Coverages of Rubber-Tired Rollers and Foot-Contact Pressure of Sheeps foot Rollers,* Rep. n.º 7, Tech. Memo. 3-271, Vicksburg, Míssissippi, June, 1956.

8 — *Airfield Pavement Designs. Flexible Pavements,* Engineering Manual for Military Construction do U. S. Corps of Engineers, Part. XII, Chap. 2, July 1951.

9 — Peltier, «*La Stabilisation des Sols au Ciment*», Rev. Gen. des Routes et des Aerodromes, n.º 304, Mai 1957, pag. 37.

10 — *Caderno de Encargos Tipo para a Construção de Pavimentos de Estradas com Bases ou Sub-Bases em Solo-Cimento.* Lab. de Ens. de Mat. e Mec. de Solos da Direcção de Obras Públicas de Moçambique — Lourenço Marques.

11 — *Soil-Cement Mixtures — Laboratory Handbook,* Portland Cement Association, Chicago, 1946.

12 — Maclean, D. J., *Considerations Affecting the Design and Construction of Stabilised-Soil Road Bases.* Road and Road Construction, Jan 1956, pág. 10.

13 — Norling, L. T. and Packard, R. G., «*Expanded Short-Cut Test Method for Determining Cement Factors for Sandy Soils*», Hig. Res. Road Bulletin 198, Cement-Soil Stabilization,' Washington, 1958.

14 — Novais Ferreira, «*Cálculo Estatístico de Pavimentos*», 1.ª Jornada de Estradas, 1.º vol, Luanda, Angola, Junho 1957.

15 — *Stabilization of Soil With Asphalt,* American Road Builder's Association, Thechnical Bull. N.º 164, Washington, 1949.

16 — Ferreira Mendes, M. J., «*Estradas Económicas*», Lab. Ens. Mat. e Mec. do Solo, Lourenço Marques-Moçambique.

17 — Lambe, T. W. and Za-Chieh Moh «*Improvement of the Strenght of Soil-Cement With Additives*», Mass. Inst. of Techn., Jan. 1957.

18 — *Lime-and Lime-Flyash Soil Stabilization,* High. Res. Board Bull. n.º 193, Washington, 1958.

19 — *Soil and Soil-Aggregate Stabilization,* High. Res. Board Bull, 108, Washington, 1955.

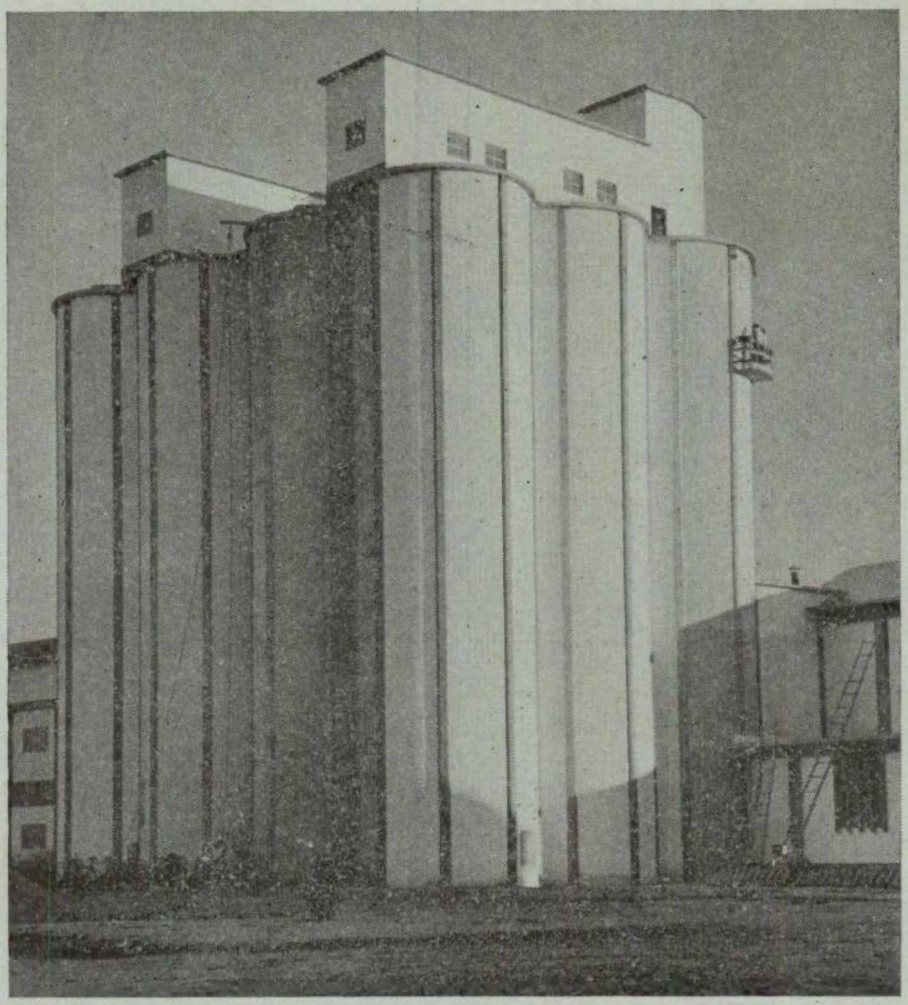
20 — Virgílio Furtado, «*Processos Técnicos de Construção, Equipamentos de Construção, Colóquio de Estabilização de Solos,* Nairobi, Outubro de 1960.

21 — Aurélio Martins, «*Pavimentação Asfáltica da E. N. 1. Lourenço Marques — Inchope (E. N. 6)*», Lab. Ens. Mat. e Mec. do Solo, Lourenço Marques, Moçambique.

BATERIA DE 12 SILOS

2.500.000 Kg.

para a Fábrica de Descasque de Arroz da Cooperativa T. P. A. do Vale do Sorraia



BATERIA DE 12 SILOS CILÍNDRICOS — ALTURA TOTAL: 27,60 M
Fotografia da bateria em conclusão

PROJECTO E CONSTRUÇÃO DE

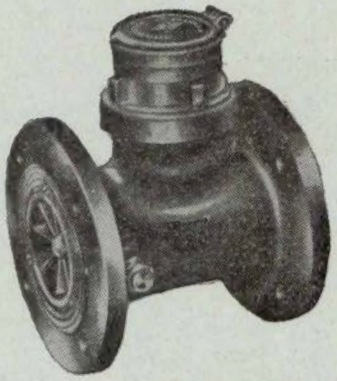
AGRO-MECÂNICA, LDA.

Rua Rodrigo da Fonseca, 62, r/c Dt.º — LISBOA 1

Licenciados em exclusivo para o emprego dos moldes deslizantes sistema
«SIEMCRETE»
Assistência técnica de SIEMENS - BAUUNION G. m. b. H. (Munique)

CONTADORES PARA LÍQUIDOS

Sistema "Woltman"



LANGE

De:

50 m/m

a

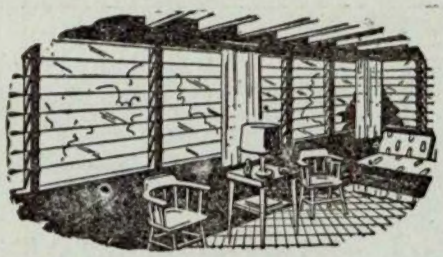
300 m/m

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:

Técnica de Hidráulica e de Electricidade, Ld.ª

47-A RUA DO ALECRIM 47-B

LISBOA



As janelas de lâminas articuladas

NACO SUN SASH (R)

São preferidas pelos Arquitectos, Construtores e Mestres de Obras em mais de 100 Países do Mundo inteiro... pelas inúmeras vantagens que oferecem, tais como: **Perfeita ventilação mesmo quando chove e... 100 % de luz – Construção sólida – Vedação às intempéries – Fácil limpeza – Visibilidade absoluta – Silenciosas, etc. – Indicadas para Hospitais, Fábricas, Escolas, Escritórios, Habitações, etc.**

(R) MARCA REGISTADA

Peçam folhetos ilustrados e demonstrações gratuitas aos

Representantes Exclusivos

ecomar

empresa comercial do ultramar, Lda.

R. de S. Julião, 62-2.º - Telefs. 327918 - 320174 - Lisboa

ELECTRO-ARCO
LIMITADA

ELECTRODIOS
POSTOS E ACESSORIOS
PARA A SOLDADURA ELECTRICA

MATERIAL APROVADO PELO
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
VENDA NOVA — AMADORA

LISBOA
RUA SILVA CARVALHO, 239 — TEL 683649

PORTO
RUA DO BOLHÃO, 216 — TEL 21277

SONDAGENS E FUNDAÇÕES
A. CAVACO LDA.

SONDAGENS
FUNDAÇÕES
CAPTAÇÕES DE ÁGUA
REBAIXAMENTOS
DE NÍVEIS AQUÍFEROS

RUA RODRIGO DA FONSECA 62 R/C • LISBOA
TELEF. 53873-45451-57751-59562

SUMÁRIO

NOTAS SOBRE ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS

I. Generalidades sobre estabilização de terrenos: 1 — Economia: custo, capacidade de tráfego e custo efectivo dos pavimentos; planeamento por fases; 2 — Estudos, ensaios e projecto: reconhecimento geológico; prospecção, amostragem, identificação e classificação dos terrenos; ensaios e dimensionamento.

II. Estabilização mecânica: 1 — Especificações: granulometria e plasticidade; dureza do agregado grosseiro; resistência e compactação; 2 — projecto duma estabilização mecânica: homogeneização, correcção granulométrica, correcção de plasticidade, compactação e C. B. R.; 3 — O caso das laterites.

III. Estabilização com cimento: 1 — Especificações: granulometria, plasticidade, matéria orgânica, sulfatos, resistência e durabilidade; 2 — projecto duma estabilização com cimento: dosagem do cimento e dimensionamento.

IV. Estabilização com betume: 1 — Especificações: granulometria e plasticidade, material betuminoso e mistura; 2 — projecto duma estabilização com betume: dosagem e dimensionamento.

V. Outros tipos de estabilização: 1 — Estabilização com cal; 2 — estabilização com resinas.

Construção: 1 — Métodos de construção; 2 — exemplos.

SUMMARY

NOTES ON SOIL STABILIZATION

I — Generals on soil stabilization: 1 — Economic questions: cost, traffic capacity and real cost of pavements; planning by stages; 2 — studies, tests and design: geologycal survey; exploration, sampling, soil identification and classification; tests and design.

II — Mechanical stabilization: 1 — specifications: grading, and plasticity; hardness of the rough aggregate; strength and compaction; 2 — plan of a mechanical stabilization: mixing, correction of grading and plasticity, compaction and C. B. R.; 3 — the case of laterites.

III — Cement stabilization: 1 — Specifications: grading, plasticity, organic matter, sulfates, strength and durability; 2 — plan of a cement stabilization: percentage of cement and design.

IV — Bitumen stabilization: 1 — Specifications: grading and plasticity, bituminous material and mixing; 2 — plan of a bitumen stabilization: composition and design.

V — Other types of stabilization: 1 — Stabilization with lime; 2 — stabilization with resins.

VI — Construction: 1 — Construction methods; 2 — instances of application.

Exposição Internacional de Electrónica Industrial

de 2 a 7 de Setembro de 1963 — Basileia — Suiça

Está a despertar grande interesse nos meios ligados a este ramo a Exposição Internacional de Electrónica Industrial (INEL 63) nas salas da Feira das Indústrias Suíça, em Basileia, de 2 a 7 de Setembro deste ano.

Um dos resultados deste interesse foi o de se observar que a área inicialmente destinada para a Exposição, de 15 000 m² era demasiado pequena, tendo-se incorporado, por isso, mais algumas salas para a realização deste certame. Ao mesmo tempo, o prazo de inscrição foi prolongado.

Como o 2.º Congresso Mundial da Federação Internacional de Controle Automático se realizará na Feira das Indústrias Suíça de 28 de Agosto a 4 de Setembro, coincidindo, portanto, parcialmente com a INEL 63, os visitantes à Exposição terão assim oportunidade de contactar com cientistas e engenheiros presente no Congresso.

Ressalta das inscrições já recebidas para a INEL 63 que, apesar da grande variedade de aplicações da electrónica, será um grupo das mais importantes, o fulcro da Exposição.

Esta Exposição Internacional de Electrónica Industrial que é realizada pela primeira vez na Suíça, fornece ao comércio e à indústria uma oportunidade única de obter uma extensa visão dum campo onde o progresso durante os últimos anos tem sido extraordinário.

Muitas ideias novas e úteis serão sugeridas pela observação de algumas aplicações menos familiares de produtos electrónicos, as quais figurarão em lugar de destaque na Exposição de 1963.

Sem se pretender referir todas as aplicações expostas, a sua grande diversidade transparece da breve discrição que se segue.

Os processos electrónicos são agora incorporados em accionamentos de toda a espécie, desde o controle de servo motores até aos accionamentos pesados usados nas indústrias do aço e em locomotivas eléctricas. A electrónica industrial deixou há muito de se aplicar exclusivamente à engenharia das correntes fracas, para se estabelecer firmemente nas aplicações das correntes fortes, sendo usada em instalações fixas, como por exemplo, rectificadores para electrólise em pequena e grande escala, e para fornecer energia a caminhos de ferro e electroímans. Máquinas de soldadura por arco e por pontos controladas electrònicamente, e comando dos principais equipamentos de electroímans industriais, figurarão também entre as novas aplicações.

Novos usos para a electrónica tem também sido encontrados na produção, conversão, transmissão, distribuição e aplicação da energia eléctrica, na produção e tratamento de materiais, na condução de informação e ainda na automação em fábricas, repartições administrativas, bancos e empresas de transportes.

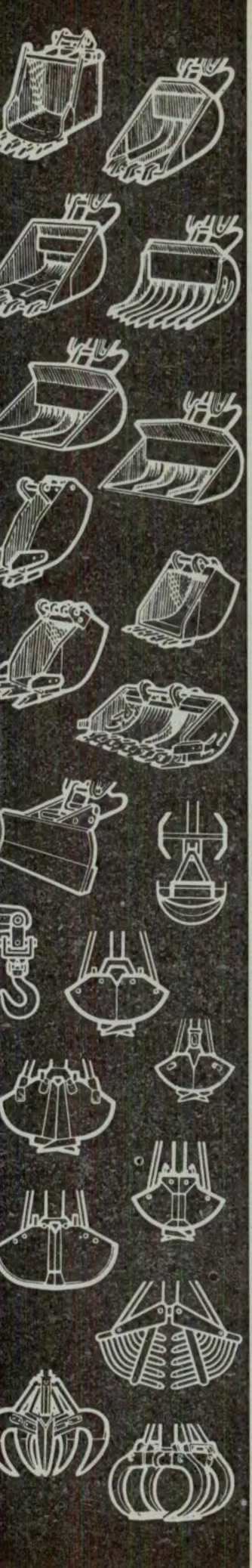
Automação e cálculo electrónico formam outro importante campo de aplicação. As últimas técnicas para o cálculo de condições óptimas e de adaptação empregando computadores electrónicos serão também demonstradas na INEL 63.

Em conclusão, poderemos afirmar que a INEL 63, em conjunto com o Congresso INEL 63, comunicações científicas dos expositores e alguns filmes, oferecerá o lugar ideal para discussões técnicas entre os produtores e os utentes de equipamentos ou processos electrónicos.

Secretariado INEL 63

Clarastasse 61 Basileia 21 Suiça

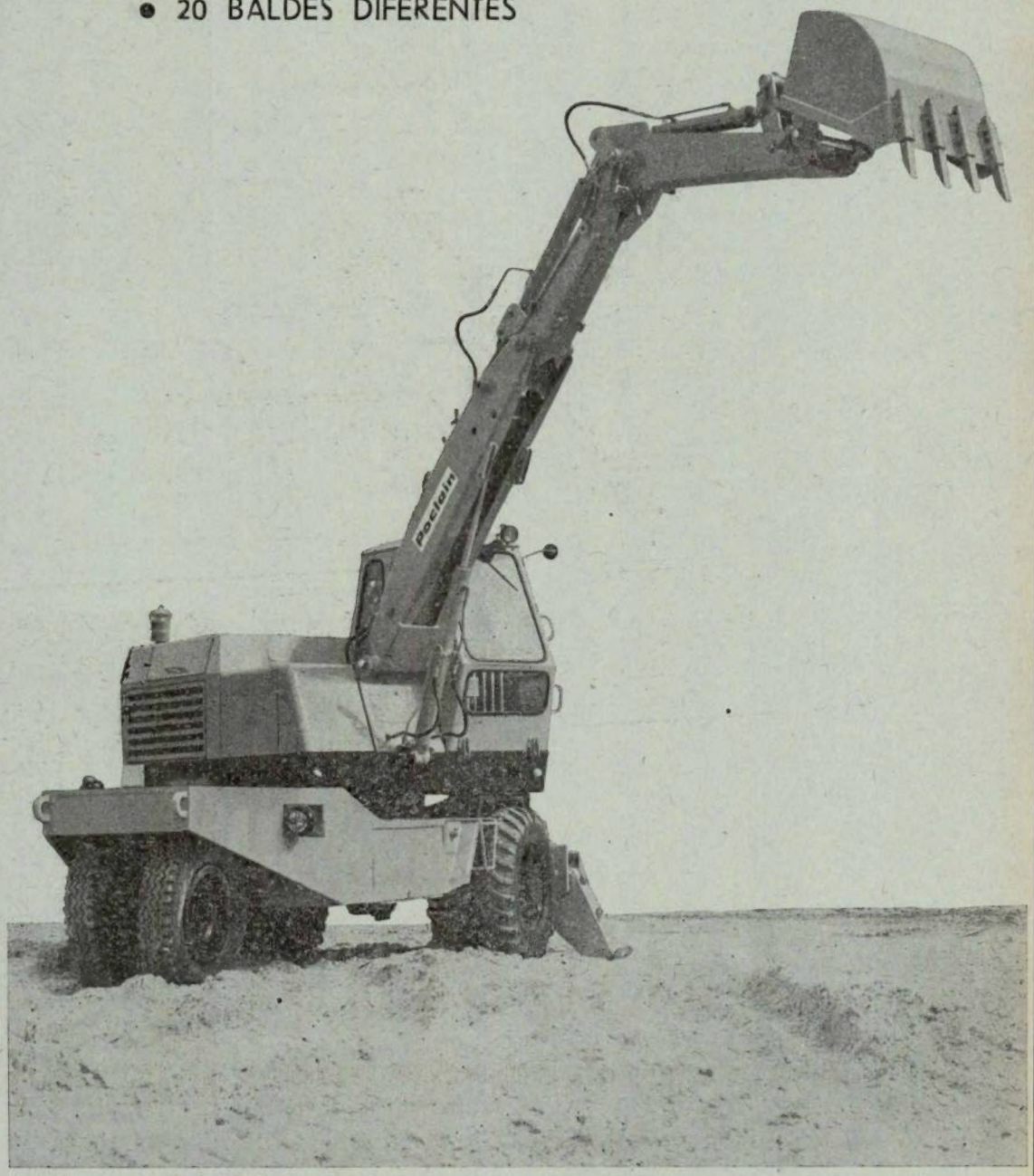
Tel. 061 32 38 50



Poclain T.Y. 45

Escavadora - Retro Escavadora - Grua

- POTÊNCIA AUMENTADA
- ROTAÇÃO TOTAL E CONTÍNUA
- ESTABILIDADE 100 %
- 20 BALDES DIFERENTES



REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

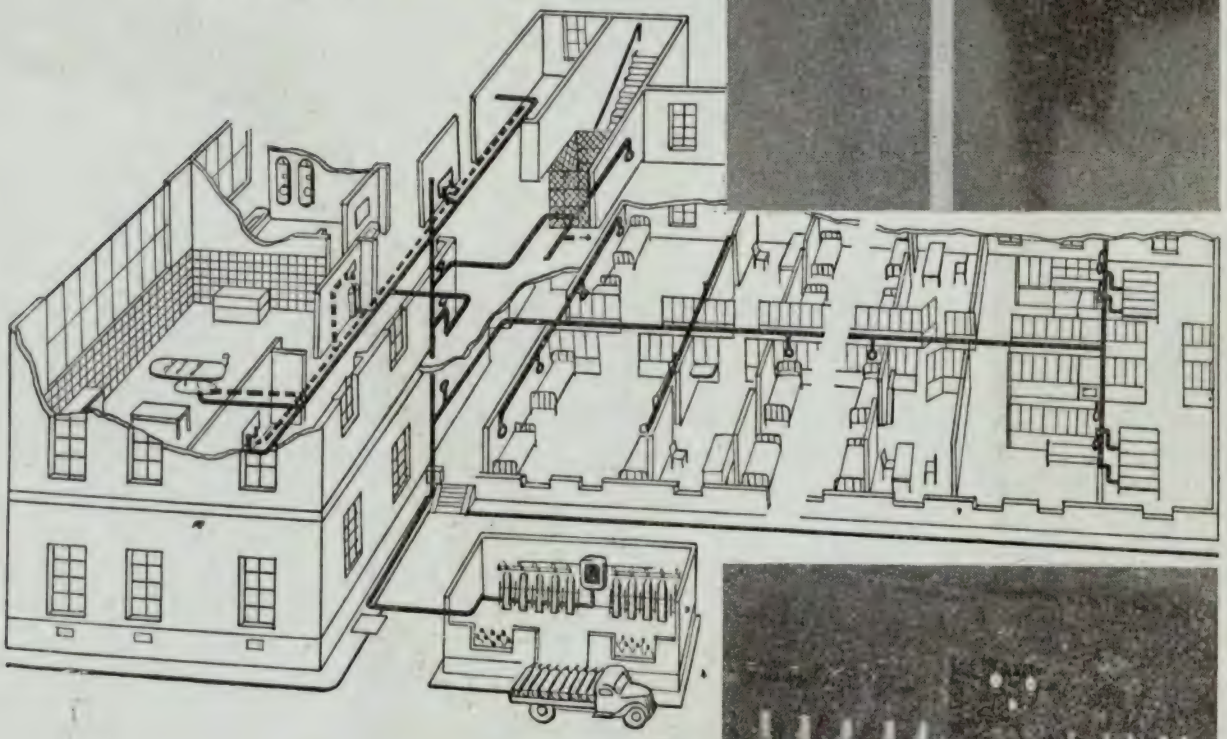
Sociedade de Mecanização Industrial e Agrícola, S. A. R. L.
Avenida Padre Manuel da Nóbrega, 8-B-1.º — LISBOA
Telefone: 72 40 53/4/5

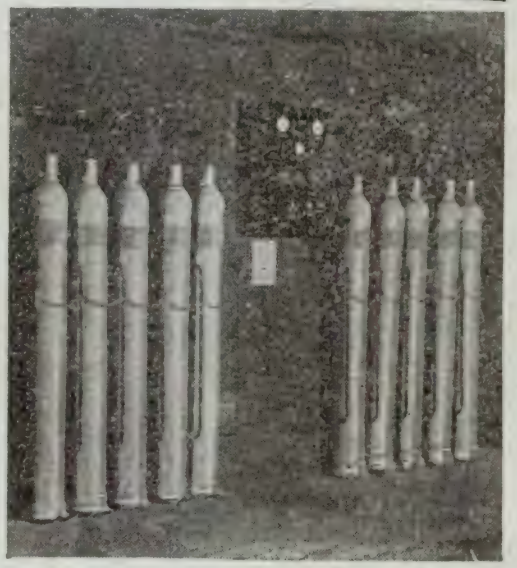
SMEIA

DISTRIBUIÇÃO DE GASES POR CANALIZAÇÃO

OFERECE AS SEGUINTES VANTAGENS

- ECONOMIA • AUTOMATISMO
- SEGURANÇA • SIMPLICIDADE
- NÃO OCUPA ESPAÇO NAS ZONAS DE UTILIZAÇÃO





SOCIEDADE PORTUGUESA DO

ARLIQUIDO

AGENTES EXCLUSIVOS DE VENDAS DOS PRODUTOS "L'AIR LIQUIDE

Fábricas em: **LISBOA** — R. DA QUINTA DO ALMARGEM, 14 — TEL. 63 71 36
PORTO — RUA JUSTINO TEIXEIRA, 657 — TELEFONE 5 00 31

Depósitos em: **SETÚBAL** · **COIMBRA** · **FUNCHAL** · **PONTA DELGADA**

C. D. U. 621.39:517.56

INTRODUÇÃO AOS PROCESSOS ESTOCÁSTICOS

ALEXANDRE GOMES CERVEIRA

Centro de Estudos de Electrónica da Comissão
de Estudos de Energia Nuclear
do Instituto de Alta Cultura

SUMARIO

Procurámos fazer uma síntese dos processos estocásticos, dedicando especial interesse à noção de espectro de potência e ao teorema de Wiener-Kintchine, quer no caso geral da não-estacionaridade, quer, seguidamente, nos casos particulares dos processos estocásticos, dos processos ergódicos e dos processos gaussianos.

SUMMARY

We intended to do a synthesis of the stochastic processes. We were mostly interested in the notion of power spectrum and in the theorem of Wiener-Kintchine, either in the general case of non-stationary processes, or in the particular cases of stationary processes, ergodic processes and gaussian processes.

O presente artigo tem por objectivo a exposição das bases teóricas dos processos estocásticos, dando assim sequência à série de trabalhos sobre Análise Harmónica Generalizada, que têm vindo a ser publicados pelo Centro de Electrónica.

Este trabalho, como os anteriores, integra-se num projecto de investigação científica, no qual se utiliza material laboratorial adquirido através dum subsídio, que a NATO concedeu ao Laboratório de Telecomunicações do I. S. T. para esse fim.

1. GENERALIDADES

1.1. Trata este artigo de fenómenos, cuja duração pode ser finita ou infinita e que, ao serem observados por aparelhagem suficientemente penetrante, nos revelam descrições cronológicas de comportamento imprevisível.

A noção de comportamento imprevisível é originada pela impossibilidade de prever o futuro duma descrição cronológica — respeitante a determinada observação do fenómeno —, mesmo que seja do nosso conhecimento o todo ou uma parte do passado.

A impossibilidade de prever resulta da incoerência que se verifica de observação para observação no estudo do fenómeno. A cada observação corresponde uma descrição cronológica cujas variações de descrição para descrição nenhum esforço ou controle consegue remover.

1.2. No caso de se tomar um grande número de experiências (macroscòpicamente idênticas) e apesar da incoerência entre observações, evidenciam-se certas regularidades ou propriedades estáveis. Surge assim o estudo do fenómeno através de valores típicos ou propriedades estatísticas, que traduzem aquilo a que se chama as condições macroscópicas do fenómeno.

1.3. Tais fenómenos são os que, por exemplo, dizem respeito quer ao ruído que aparece nos vários elementos de um sistema de comunicações, quer aos sinais (mensagens) que são impresssos ou gerados no sistema.

2. ESTRUTURAÇÃO DOS FENÓMENOS ESTOCÁSTICOS

2.1. Vamos considerar várias experiências idênticas macroscòpicamente, ou por reprodução em

instantes diferentes com a mesma aparelhagem, ou por reprodução no mesmo instante de diferentes experiências com aparelhagem idêntica (*).

Obedecendo a certas condições macroscópicas, existe pois, um conjunto de experiências Σ no qual são válidas as propriedades estatísticas já referidas. Uma observação do fenómeno consiste em retirar ao acaso do conjunto Σ, uma experiência particular. Esta experiência traduzir-se-á numa função $s^{(i)}(t)$ — experimentalmente um registo cronológico — e apresenta um sem número de imponderáveis, impossíveis de precisar, que resultam do grande número de eventualidades à disposição do fenómeno que obedece às condições macroscópicas impostas.

2.2. O estudo estatístico deste fenómeno pressupõe portanto um conjunto de experiências Σ que se traduzirá no conjunto de funções

$$S = \{ s^{(1)}(t), s^{(2)}(t), \ldots . s^{(i)}(t) \ldots s^{(M)}(t) \}$$

em que M pode tender para o infinito.

Um fenómeno desta natureza — cuja evolução cronológica é traduzida por um conjunto de funções — denomina-se um *processo estocástico.*

2.3. As funções que constituem os processos estocásticos podem ser quaisquer; a noção de processo estocástico encontra-se generalizada para além do caso das funções serem de evolução imprevisível (aleatórias ou random), embora tenham sido estas que obrigaram à noção de processo estocástico, visto não se poderem estudar senão estatìsticamente.

2.4. Do ponto de visto físico, um processo estocástico, é um processo decorrendo no mundo real e formado pelo menos em parte por mecanismos aleatórios ou imprevisíveis (random).

Do ponto de vista matemático é um conjunto de funções do tempo, para as quais se define uma medida de probabilidade.

2.5. Usaremos para o estudo dos processos estocásticos, um modelo matemático constituído por um conjunto de funções, a que podemos fazer corresponder os registos cronológicos das experiências e que traduzindo a realidade de uma forma mais ou menos precisa, evidencia propriedades estatísticas concordantes com as obtidas no mundo real em longas séries de experiências realizadas nas mesmas condições.

A teoria das probabilidades é a teoria matemática que traduz as descrições estatísticas. Como o estudo dos fenómenos estocásticos só se pode fazer atendendo às propriedades do conjunto, os métodos probabilísticos dão-nos a aproximação pretendida.

Pràticamente nunca se tem um conjunto completo mas sòmente alguns membros, ou seja um sub-conjunto, do qual na maioria dos casos é possível deduzir as propriedade estatísticas características do conjunto.

3. CLASSIFICAÇÃO FORMAL DOS PROCESSOS

3.1. Processo estocástico contínuo.

As funções, elementos do processo, são funções contínuas da variável tempo contínua. Exemplo: tensão aleatória de ruído térmico (Fig. 1-a).

3.2. Série estocástica contínua.

Os elementos do processo são funções contínuas da variável tempo discreta. Exemplo: random-walk a uma dimensão (Fig. 1-b).

(*) O único a considerar os fenómenos têm duração infinita.

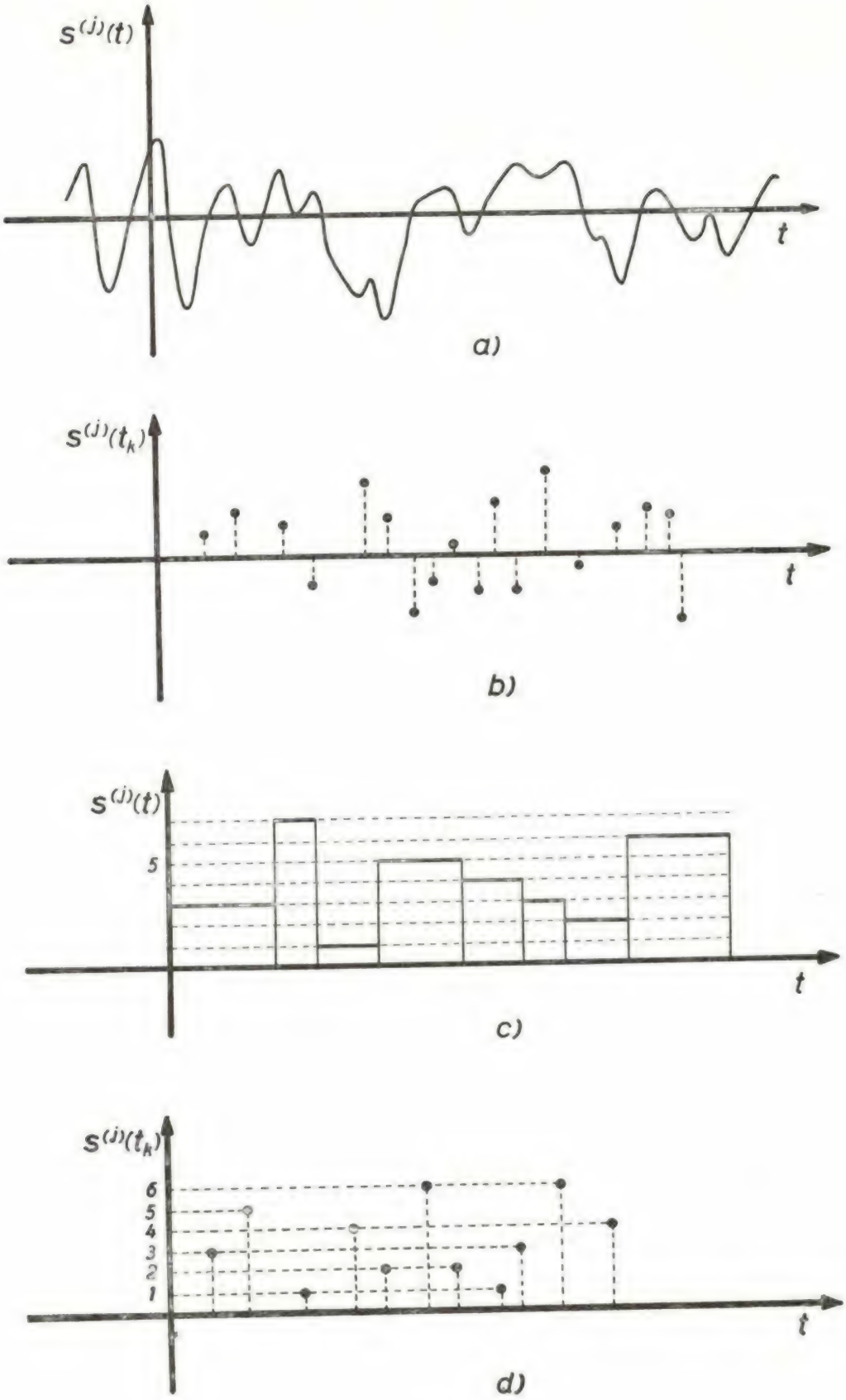


Fig. 1

3.3. Processo estocástico discreto.

As funções que constituem o processo são funções de variação discreta, da variável tempo contínua. Exemplo: Tensão na saída de um servo escalonado (Fig. 1-c).

3.4. Série estocástica discreta.

O processo é formado por funções discretas da variável tempo discreta. Exemplo: Resultado duma sequência de lançamentos de um dado (Fig. 1-d).

4. MODELO MATEMÁTICO DE UM PROCESSO ESTOCÁSTICO REAL (*)

4.1. Definição: É o conjunto de funções reais do tempo (Fig. 2).

$$S = \{ s^{(1)}(t), \ldots s^{(2)}(t), \ldots s^{(j)}(t) \ldots . s^{(M)}(t) \}$$

(com M finito ou infinito), ao qual está assóciado em cada instante uma medida de probabilidade adequada.

Esta probabilidade refere-se a um determinado membro ou conjunto de membros que tinham um certo número de propriedades observáveis.

A medida de probabilidade tal como está definida atrás, diz respeito ao conjunto (o tempo é um parâmetro). Em cada instante t_k existe uma medida de probabilidades de p_k que diz respeito ao conjunto de valores que o processo toma nesse instante (definição de variável aleatória).

4.2. Dentro deste esquema de ideias a cada instante t_l — que se toma como valor paramétrico (Fig. 3) — está associada uma variável aleatória s_l

$$s_l = \{ s^{(1)}(t_l), s^{(2)}(t_l) \ldots\ldots s^{(j)}(t_l) \ldots\ldots s^{(M)}(t_l) \}$$

4.2.1. Podemos definir uma função de densidade de probabilidade

$$w_l(s_l\ t_l)$$

a partir da qual a probabilidade de, no instante $t = t_l$ um elemento particular do conjunto possuir um valor entre s_l e $s_l + ds_l$, é dada por

$$w_l(s_l\ t_l)\ ds_l$$

4.2.2. Define-se *valor médio* duma variável aleatória

$$s_k = \{ s^{(1)}(t_k), s^{(2)}(t_k), \ldots\ldots s^{(j)}(t_k) \ldots\ldots \}$$

como sendo m_k

$$m_k = \lim_{N \to \infty} \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{N} s^{(n)}(t_k) = \int_D w_l(s_k\ t_k) \cdot s_k \cdot ds_k$$

ou simbòlicamente

$$m_k = \overline{\overset{E}{s^{(j)}(t_k)}} = \overline{\overset{E}{s_k}}$$

4.2.3. Consideremos agora uma função da variável aleatória $s_k = \{ s^{(j)}(t_k) \} : f(s_k)$. Denomina-se expectativa matemática ou valor médio de $f(s_k)$ — ou $f(S)$ no instante t_k — :

$$\overline{\overset{E}{f(s_k)}} = \int_D f(s_k) \cdot w_l(s_k\ t_k) \cdot ds_k = \lim_{N \to \infty} \frac{1}{N} \sum_{n=}^{N} f \{ s^{(n)}(t_k) \}$$

(*) Não trataremos neste artigo de processos estocásticos complexos.

4.2.4. Um caso importante é aquele que se denomina de *valor quadrático médio* — expectativa matemática de $f(s_k) = s_k^2$ e cuja expressão é

$$\int_D s_k^2 \, w_l(s_k \, t_k) \, ds_k$$

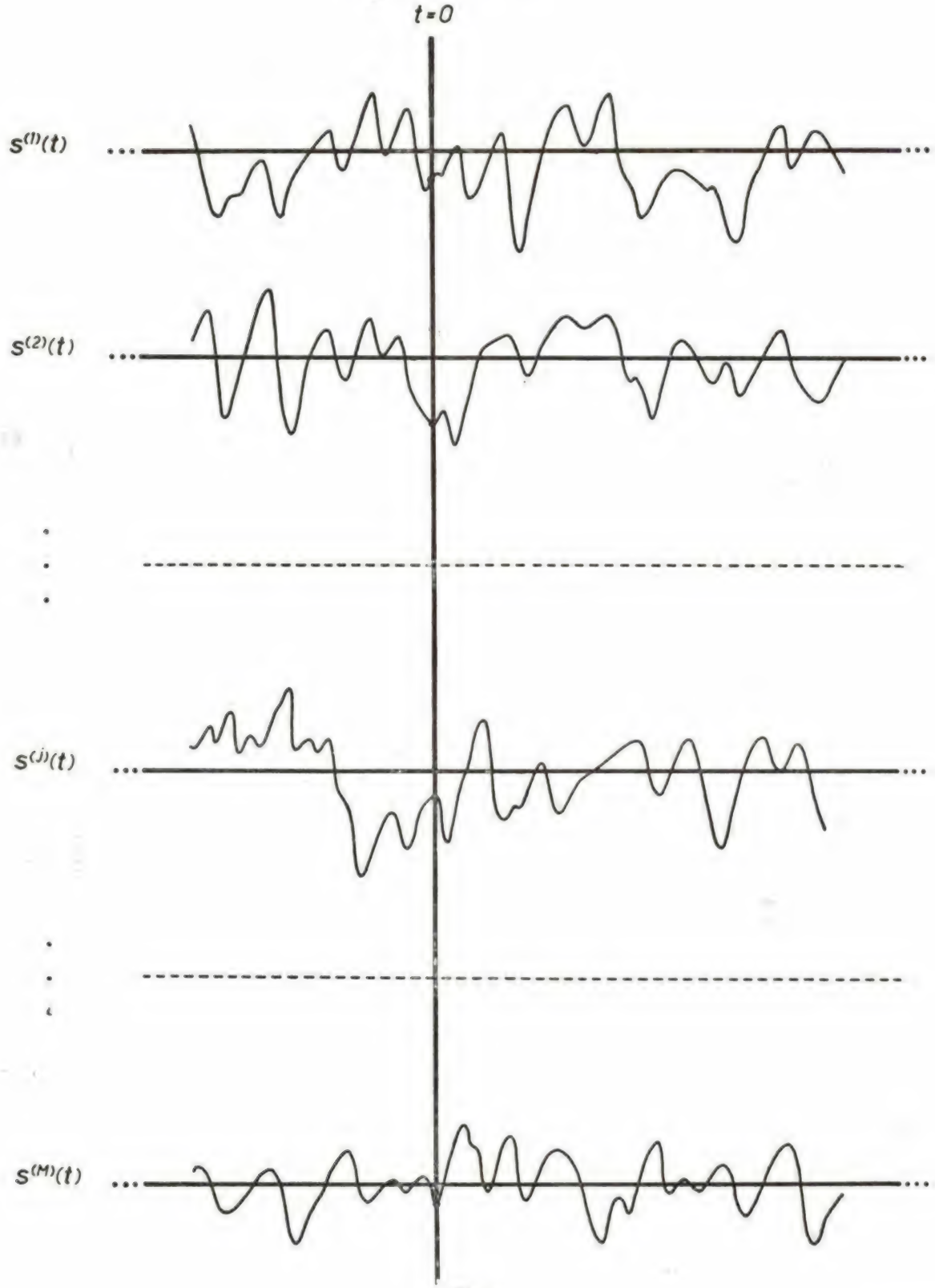


Fig. 2

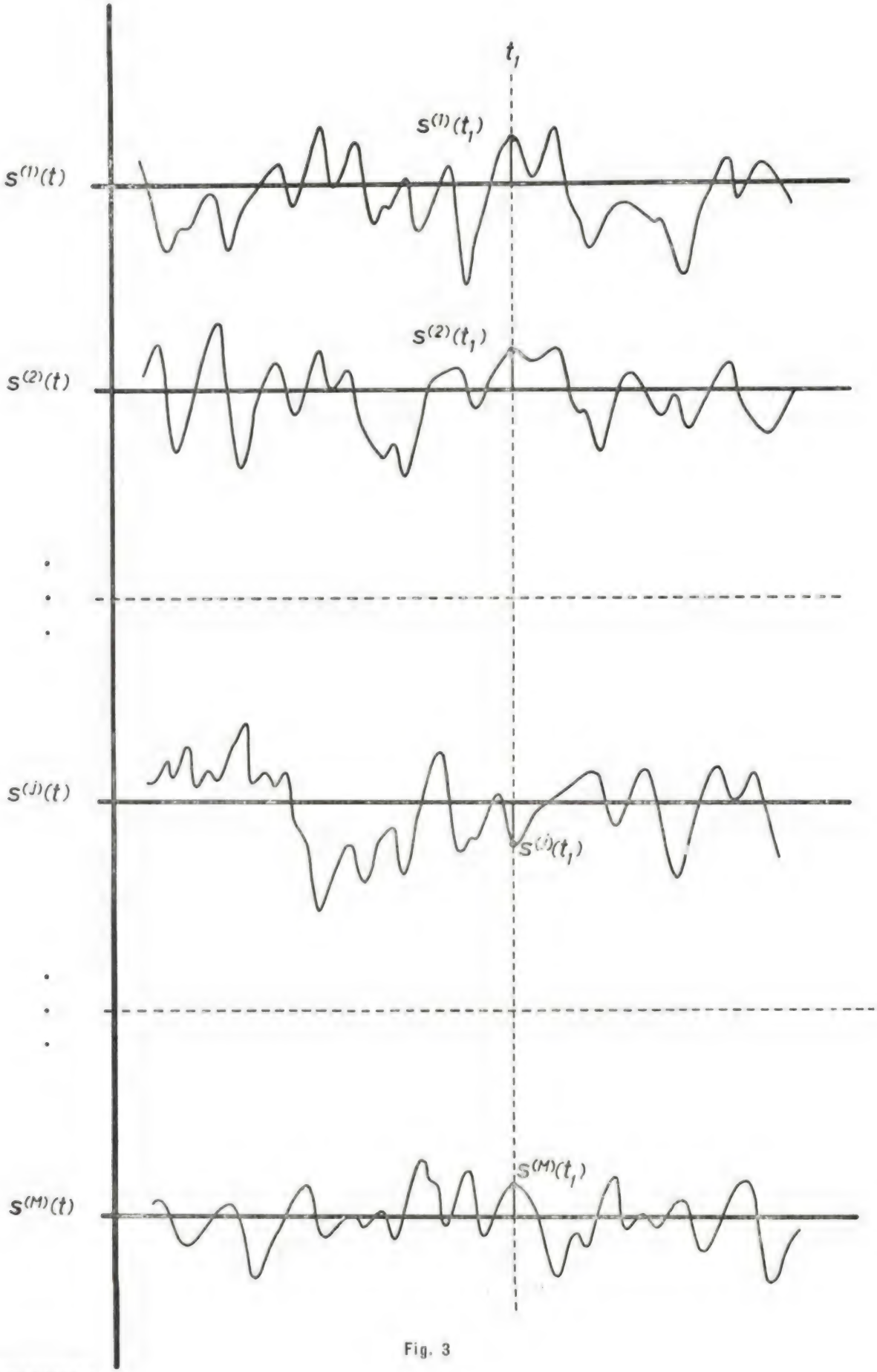


Fig. 3

Tomando o desvio da variável aleatória em relação à média $s_k - m_k = s^{(j)}(t_k) - \overline{E\, s^{(j)}(t_k)}$ denomina-se *variância* de s_k, σ, à raíz quadrada da expectativa matemática dos desvios $(s_k - m_k)$, cuja expressão é

$$\sigma^2 = \int_D (s_k - m_k) \,.\, w_1(s_k\, t_k)\, ds_k$$

4.2.5. Função característica $F(\xi)$

Corresponde ao valor médio ou expectativa matemática de $f(s_k) = \varepsilon^{j s_k \xi}$

$$F(\xi) = \int_D \varepsilon^{j s_k \xi} \,.\, w_1(s_k\, t_k) \,.\, ds_k$$

4.3. Considerando o que se passa em dois instantes t_1 e t_2, teremos duas variáveis aleatórias s_1 e s_2, dizendo cada uma delas respeito a seu instante

$$s_1 = \left\{ s^{(1)}(t_1),\ s^{(2)}(t_1),\ \ldots\ldots\ s^{(j)}(t_1)\ \ldots\ldots \right\}$$

$$s_2 = \left\{ s^{(1)}(t_2),\ s^{(2)}(t_2),\ \ldots\ldots\ s^{(j)}(t_2)\ \ldots\ldots \right\}$$

4.3.1. Pode-se definir a densidade de probabilidade conjunta das variáveis aleatórias, s_1 e s_2, que representaremos por

$$w_2(s_1\, t_1,\, s_2\, t_2)$$

4.3.2. Relativamente a estas duas variáveis aleatórias ainda é possível definir a densidade de probabilidade condicional

$$w_2(s_1\, t_1 \,|\, s_2\, t_2)$$

sendo então a probabilidade de, no instante t_2 se ter um valor compreendido entre s_2 e $s_2 + ds_2$, na condição de no instante t_1 se ter obtido s_1, dada por

$$w_2(s_1\, t_1 \,|\, s_2\, t_2) \,.\, ds_2$$

Dá-nos uma indicação sobre a relação existente entre variáveis aleatórias.

É fácil de relacionar as duas densidades de probabilidade atrás definidas, quando se referem aos mesmos dois instantes t_1 e t_2

$$w_2(s_1\, t_1,\, s_2\, t_2) = w_2(s_1\, t_1 \,|\, s_2\, t_2) \,.\, w_1(s_1\, t_1)$$

4.3.3. Outras noções importantes:

Primeiro a noção de independência estatística de duas variáveis aleatórias que se traduz matemàticamente por

$$w_2(s_1\, t_1,\, s_2\, t_2) = w_1(s_1\, t_1) \,.\, w_1(s_2\, t_2)$$

ou ainda por

$$w_2(s_1\, t_1 \,|\, s_2\, t_2) = w_1(s_2\, t_2)$$

e que exprime que as ocorrências no instante t_2 não têm qualquer relação com as ocorrências no instante t_1 — as variáveis aleatórias s_1 e s_2 são independentes do ponto de vista estatístico.

4.3.4. Covariância

Define-se como sendo o valor médio ou expectativa matemática do produto

$$(s_1 - m_1)\ (s_2 - m_2)$$

ou seja dos desvios das variáveis aleatórias s_1 e s_2 em relação às respectivas médias:

$$K(t_1, t_2) = \iint_D (s_1 - m_1)\ (s_2 - m_2)\ w_2(s_1\ t_1, s_2\ t_2)\ ds_1\ ds_2$$

Se as variáveis aleatórias forem de média nula no conjunto então $m_1 = m_2 = 0$ e

$$K(t_1, t_2) = \overline{\overset{E}{s^{(j)}(t_1)\ s^{(j)}(t_2)}}$$

$$= \iint_D s_1\ s_2\ w_2(s_1\ t_1\ s_2\ t_2)\ ds_1\ ds_2$$

Sempre que s_1 e s_2 são independentes estatìsticamente a covariância é nula, mas de $K(t_1, t_2) = 0$ só se conclui que no processo s_1 e s_2 são linearmente independentes.

4.4. Generalizemos a um conjunto de n — qualquer — variáveis aleatórias referentes aos instantes $(t_1, t_2 \ldots t_n)$

$$s_1 = \{ s^{(1)}(t_1),\ s^{(2)}(t_1) \ldots s^{(j)}(t_1) \ldots \}$$

$$s_2 = \{ s^{(1)}(t_2),\ s^{(2)}(t_2) \ldots s^{(j)}(t_2) \ldots \}$$

$$\vdots$$

$$s_n = \{ s^{(1)}(t_n),\ s^{(2)}(t_n) \ldots s^{(j)}(t_n) \ldots \}$$

4.4.1. Podemos definir a densidade de probabilidade conjunta de $(s_1 \ldots s_n)$

$$w_n(s_1\ t_1,\ s_2\ t_2,\ s_3\ t_3 \ldots s_n\ t_n)$$

a partir da qual a probabilidade de obter:

— no instante t_1 um valor compreendido entre s_1 e $s_1 + ds_1$,
— no instante t_2 um valor compreendido entre s_2 e $s_2 + ds_2$,
— etc., etc.,
— e no instante t_n um valor compreendido entre s_n e $s_n + ds_n$, é dada por

$$w_n(s_1\ t_1,\ s_2\ t_2 \ldots s_n\ t_n)\ ds_1\ ds_2 \ldots ds_n$$

4.4.2. Recorrendo à definição de densidade de probabilidade condicional, a probabilidade de se obter em t_n um valor compreendido entre s_n e $s_n + ds_n$ na condição de

— no instante t_1 se ter obtido s_1,
— no instante t_2 se ter obtido s_2,
— etc., etc.,
— no instante t_{n-1} se ter obtido s_{n-1}, é dada por

$$w_n(s_1\ t_1,\ s_2\ t_2 \ldots s_{n-1}\ t_{n-1} \mid s_n\ t_n)\ ds_n$$

Podemos ainda escrever

$$w_n(s_1\ t_1,\ s_2\ t_2 \ldots s_{n-1}\ t_{n-1} \mid s_n\ t_n) = \frac{w_n(s_1\ t_1, s_2\ t_2 \ldots s_n\ t_n)}{w_{n-1}(s_1\ t_1 \ldots s_{n-1}\ t_{n-1})}$$

4.4.3. Dada uma função das n variáveis aleatórias

$$g(s_1, s_2 \ldots s_n)$$

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, LDA.

PRAÇA DO MUNICÍPIO, 13 - 3º - LISBOA

TEL. 36 65 06

SONDAGENS • FUNDAÇÕES • TRABALHOS MARÍTIMOS

PONTES E ESTRUTURAS

SILO DE CONCENTRAÇÃO DE LISBOA (BEATO) DA FNPT — 42 000 t

BATERIA DE 39 CÉLULAS

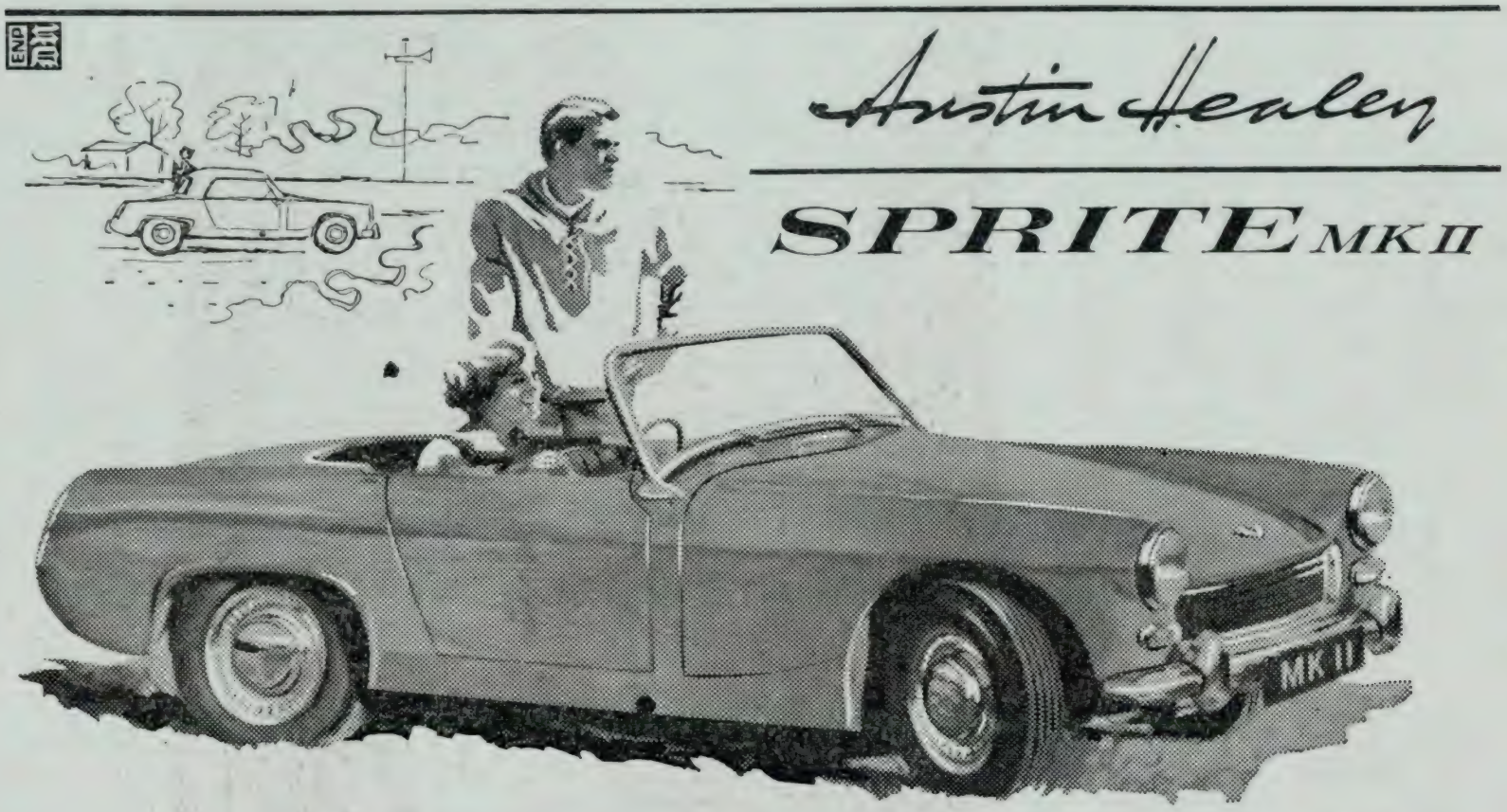
Altura das células . . . . . 30,5 metros
Diâmetro das células . . . . . 6,5 metros

1500 metros de deslise pelo
SISTEMA PROMETO

FUNDAÇÕES SOBRE ESTACAS

Profundidade média . . . . . 16 metros
Diâmetro das estacas . . . . . 1 metro

3950 metros de estacas executadas pelo
SISTEMA BENOTO



Mantendo todas as qualidades que o tornaram famoso, apresenta-se com novas linhas e mais força.

EM EXPOSIÇÃO

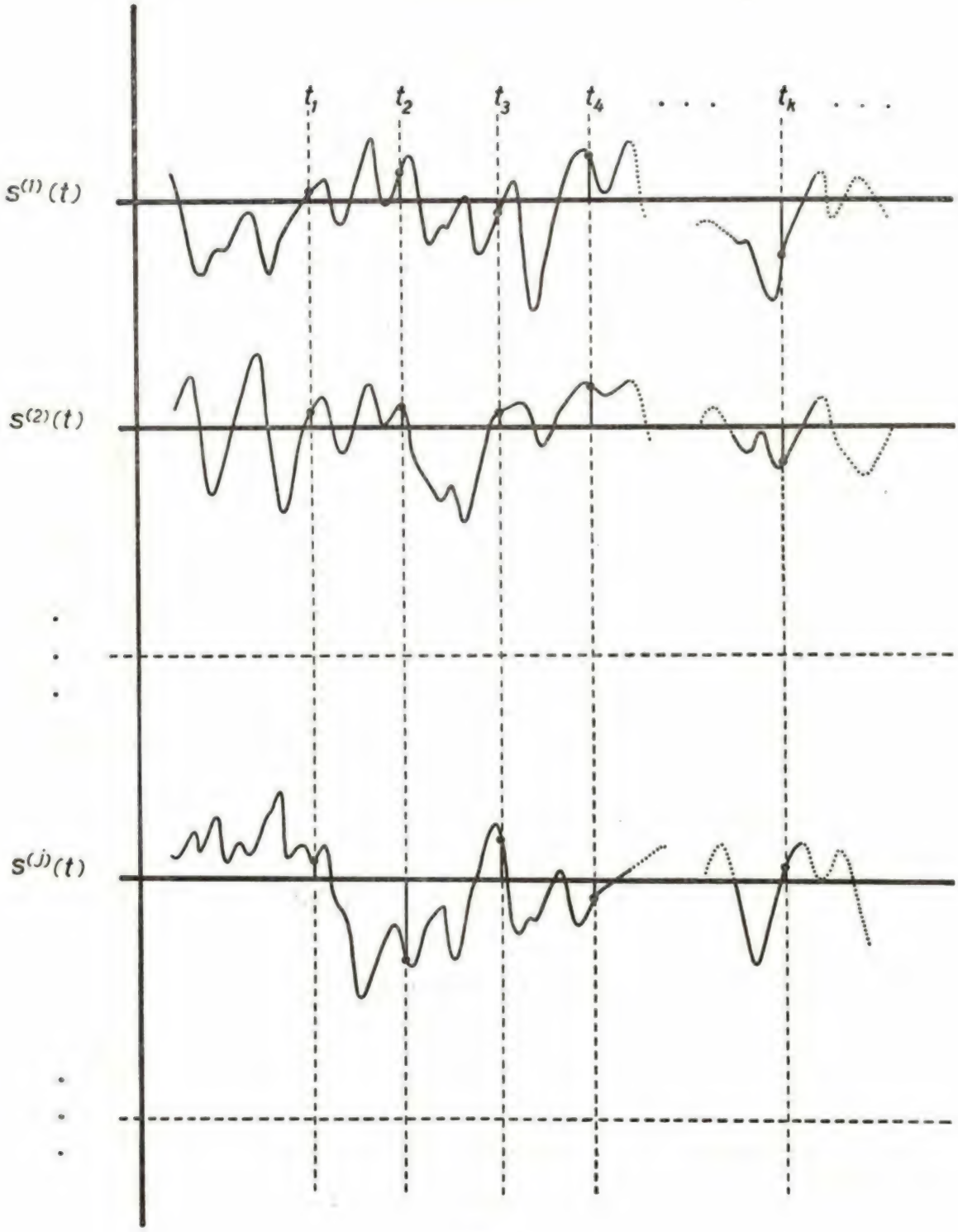


Fig. 4

o valor médio ou expectativa matemática de g, é

$$\overset{E}{\overline{g}} = \iint_D \ldots \int g(s_1, s_2 \ldots s_n)\, w_n\, (s_1\, t_1, s_2\, t_2 \ldots s_n\, t_n)\, ds_1\, ds_2 \ldots ds_n$$

5.4. Em conclusão

$$S = \{ s^{(1)}(t),\ s^{(2)}(t) \ldots, s^{(j)}(t), \ldots, s^{(M)}(t) \}$$
$$\equiv \{ s_1, s_2, \ldots, s_k, \ldots, s_N \}$$

Estas duas descrições possíveis dos processos estocásticos traduzem o mesmo fenómeno, ainda que em aspectos diferentes (Fig. 4):

a) Um conjunto de variáveis aleatórias dependentes dum parâmetro, o tempo, aspecto que interessa especialmente à análise estatística.
b) Um conjunto de funções do tempo, dependentes dum índice indicativo da experiência ou observação.

Deve ficar claro que a um processo estocástico está sempre associada uma descrição simultânea no tempo e no conjunto (*).

5. ANÁLISE ESTATÍSTICA DE FUNÇÕES DO TEMPO

5.1. Na prática não se tem a totalidade das funções do conjunto à nossa disposição, num dado instante, mas só uma ou quando muito algumas dessas funções mais ou menos representativas do conjunto. Ocorre naturalmente perguntar o que se pode obter de um único elemento ou função particular do conjunto $\{s^{(j)}(t)\}$ quando este é considerado sobre um dado intervalo de tempo (t_o, t_o+T).

A análise estatística permite obter valores importantes a partir de $s^{(j)}(t)$ quando se fazem medidas sobre o período T de observação que pode ser finito ou infinito — as médias no tempo.

5.2. Seguidamente indicaremos as médias temporais mais importantes. Supomos que $s^{(j)}(t)$ existe em todo o domínio da variável tempo $(-\infty, +\infty)$, por ser o caso em que o estudo estatístico duma função mais nos vai interessar

— Média ou componente contínua da função $s^{(j)}(t)$

$$\overset{T}{\overline{s^{(j)}(t)}} = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{+T/2} s^{(j)}(t + t_o)\, dt_o$$

— Média quadrática — também denominada conteúdo energético

$$\overset{T}{\overline{[\, s^{(j)}(t)\,]^2}} = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{+T/2} [s^{(j)}(t + t_o)]^2\, dt_o$$

— No caso geral, médias temporais de funções $g^{(j)}$ de $s^{(j)}(t) \in S$

Consideremos

$$g^{(j)} = g^{(j)}\, [\, s^{(j)}(t_1),\ s^{(j)}(t_2), \ldots, s^{(j)}(t_k)\,]$$

em que $g^{(j)} \in G = G(S)$

(*) A noção de evolução no tempo está implícita no significado da palavra processo, a sua descrição ocasional no conjunto, no significado da palavra estocástico.

Define-se como média temporal de $g^{(j)}$

$$\overline{g^{(j)}}^{T} = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{+T/2} dt_o \quad g^{(j)} [s^{(j)}(t_1 + t_o) , s^{(j)}(t_2 + t_o) \ldots\ldots s^{(j)}(t_k + t_o)]$$

5.3.1. Função de autocorrelação

Seja $g^{(j)} = s^{(j)}(t) \,.\, s^{(j)}(t + \tau)$, então a média temporal de $g^{(j)}$ é

$$\Psi^{(j)}(\tau) = \overline{s^{(j)}(t_1) \,.\, s^{(j)}(t_2)}^{T} = \overline{s^{(j)}(t) \,.\, s^{(j)}(t + \tau)}^{T} = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \int_{-T_2}^{+T/_2} s^{(j)}(t + t_o) \,.\, s^{(j)}(t + \tau + t_o)\, dt_o$$

ou seja a função de autocorrelação, que é função só do intervalo $\tau = t_2 - t_1$. O valor da função de autocorrelação pode-se considerar ainda como o limite da expressão $\Psi_T^{(j)}(\tau)$ quando $T \to \infty$ (*)

$$\Psi_T^{(j)}(\tau) = \frac{1}{T} \int_{-T/_2}^{+T/_2} s^{(j)}(t) \,.\, s^{(j)}(t + \tau)\, dt$$

5.3.2. Propriedades da função de autocorrelação

1 — O valor para $\tau = 0$ é o conteúdo energético de $s^{(j)}(t)$

$$\Psi^{(j)}(0) = \overline{[s^{(j)}(t)]^2}^{T}$$

2 — É uma função par

$$\Psi^{(j)}(-\tau) = \Psi^{(j)}(\tau)$$

$$\overline{s^{(j)}(t) \,.\, s^{(j)}(t - \tau)}^{T} = \overline{s^{(j)}(t) \,.\, s^{(j)}(t + \tau)}^{T}$$

3 — Verifica-se sempre

$$\Psi^{(j)}(0) \geqslant | \Psi^{(j)}(\tau) | \geqslant 0$$

4 — Quando $\tau \to \pm\infty$ a função de autocorrelação só nos revela
— a componente contínua,
— as componentes periódicas,
o que nos permite afirmar que todas as outras contribuições — possível parte aleatória da função — nos conduzem a uma parcela

$$\Psi_a^{(j)}(\pm\infty) \to 0$$

Nota — O caso das séries estocásticas dá origem a funções de autocorrelação discretas

$$\Psi^{(j)}(t_k) = \Psi^{(j)}{}_k$$

Nota — A função é periódica e da mesma frequência do sinal no caso deste ser uma função periódica do tempo.

(*) Notar que a definição de $\Psi_T^{(j)}(\tau)$ levanta problemas por exigir para um dado valor de $\tau = \tau_o$ que se conheça a função $s^{(j)}(t)$ no intervalo

$$(-T/2 \;,\; +T2+\tau)$$

6. ANÁLISE DE FOURIER DE FUNÇÕES DO TEMPO

6.1. Duração finita

Funções transientes. Como se sabe podemos utilizar o integral de Fourier e definir uma densidade de espectro de amplitude como transformada de Fourier da função

$$\begin{cases} \vec{S}^{(j)}(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} s^{(j)}(t)\, \varepsilon^{-j2\pi ft}\, dt \\ s^{(j)}(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} \vec{S}^{(j)}(f)\, \varepsilon^{j2\pi ft}\, df \end{cases}$$

A partir da função de autocorrelação integral $\phi^{(j)}(\tau)$

$$\phi^{(j)}(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} s^{(j)}(t) \,.\, s^{(j)}(t+\tau)\, dt$$

e do espetro de energia $E^{(j)}(f)$ tal que

$$E^{(j)} = \int_{-\infty}^{+\infty} E^{(j)}(f)\, df = \int_{-\infty}^{+\infty} [s^{(j)}(t)]^2\, dt$$

temos por aplicação da relação de Parseval as relações

$$\begin{cases} \phi^{(j)}(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} E^{(j)}(f)\, \varepsilon^{j2\pi f\tau}\, df \\ E^{(j)}(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} \phi^{(j)}(\tau)\, \varepsilon^{-j2\pi f\tau}\, d\tau \end{cases}$$

Conclusões

1 — A energia associada a $s^{(j)}(t)$ é

$$\phi^{(j)}(0) = \int_{-\infty}^{+\infty} [s^{(j)}(f)]^2\, dt$$

2 — Verifica-se

$$\phi^{(j)}(0) \geqslant |\, \phi^{(j)}(\tau)\, | \geqslant 0$$

o máximo de $\phi^{(j)}(\tau)$ dá-se na origem $\tau = 0$.

6.2. Duração infinita

Estamos interessados em funções que se mantêm limitadas na sua descrição ao longo do tempo e que traduzem os chamados estados estacionários.

Há dois casos a considerar, ou a função tem descrição analítica que é o caso geral das funções periódicas ou então a função só possui uma descrição estatística e estamos no caso das funções aleatórias ou de ruído.

6.2.1. Funções periódicas. Consideremos uma função periódica $s^{(j)}(t)$ de período $T = \frac{1}{f_o}$

$$s^{(j)}(t+T) = s^{(j)}(t)$$

A análise de Fourier conduz-nos a

$$\begin{cases} s^{(i)}(t) = \sum_{-\infty}^{+\infty} \vec{C}^{(i)}(f_n)\ \varepsilon^{j\,2\pi f_n t} \\ \vec{C}^{(i)}(f_n) = \dfrac{1}{T}\displaystyle\int_{-T/2}^{T/2} s^{(i)}(t)\ e^{-j\,2\pi f_n t}\ dt \end{cases} \qquad f_n = \frac{n}{T} = n\ f_o$$

É de observar que este espectro além de discreto não representa uma densidade espectral, mas sim localizações da amplitude.

Para podermos definir uma densidade espectral é necessário utilizar distribuições de Dirac e então

$$\vec{S}^{(i)}(f) = \sum_n \vec{C}^{(i)}(f_n)\ .\ \delta(f - f_n)$$

Por outro lado definida a função de autocorrelação

$$\Psi^{(i)}(\tau) = \lim_{T \to \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{+T/2} s^{(i)}(t)\ .\ s^{(i)}(t+\tau)\ dt$$

e um espectro de densidade de potência $W^{(i)}$ (f) que satisfaz a

$$P^{(i)} = \int_{-\infty}^{+\infty} W^{(i)}(f)\ df = \lim_{T \to \infty} \int_{-\infty}^{+\infty} W_T^{(i)}(f)\ df$$

$$= \lim_{T \to \infty} \frac{1}{T} \int_{-\infty}^{+\infty} \left[s^{(i)}(t) \right]^2 dt = \lim_{T \to \infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\left| \vec{S}^{(i)}(f) \right|^2}{T}\ df$$

$$W^{(i)}(f) = \lim_{T \to \infty} \frac{\left| \vec{S}^{(i)}(f) \right|^2}{T} \quad (*)$$

Portanto estamos habilitados a escrever

$$\Psi^{(i)}(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} W^{(i)}(f)\ \varepsilon^{j2\pi f \tau}\ df$$

$$W^{(i)}(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} \Psi^{(i)}(\tau)\ \varepsilon^{-j2\pi f \tau}\ d\tau$$

6.2.2 Funções de ruído ou aleatórias.

6.2.2.1 Neste caso, porque a função $s^{(i)}(t)$ não se anula quando $t \to \pm\infty$, nem possui uma estrutura periódica, mas observa uma distribuição estatística, a transformada de Fourier *não existe.*

O facto do espectro de amplitude de uma função estável periódica não existir, não quer dizer que a noção de espectro, ou sejam as representações no domínio da frequência, deixem de ter significado. É precisamente este o objectivo da análise harmónica generalizada.

(*) Definição na acepção das distribuições de Dirac.

Contudo as propriedades espectrais, neste caso, não dizem respeito às funções individualmente, mas como fazendo parte de um todo, e referem-se portanto ao processo estocástico em questão.

Como passamos a lidar com funções em conjunto, processos estocásticos, e como estamos interessados na extensão de conceitos que já vimos existem para funções limitadas, vamos considerar um processo estocástico derivado

$$S_T = \left\{ s_T^{(j)}(t) \right\}$$

a partir de um processo estocástico ilimitado no tempo e constituído por funções reais inteiramente aleatórias — sem qualquer estrutura periódica e de valores médios nulos, —

$$S = \left\{ s^{(j)}(t) \right\}$$

O processo S_T, a que chamaremos processo truncado define-se como sendo (Fig. 5)

$$\left\{ \begin{array}{ll} S_T \equiv S & |t| < T/2 \\ S_T \equiv 0 & |t| > T/2 \end{array} \right\}$$

e portanto cada função individualmente será

$$\left\{ \begin{array}{ll} s_T^{(j)}(t) = s^{(j)}(t) & |t| < T/2 \\ s_T^{(j)}(t) = 0 & |t| > T/2 \end{array} \right.$$

Admitindo que $\overline{[s_T^{(j)}(t)]^2} < \infty$ para qualquer processo truncado S_T derivado do processo estocástico S, posso definir transformadas de Fourier

$$\vec{S}_T^{(j)}(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} s_T^{(j)}(t)\, \varepsilon^{-j2\pi ft}\, dt = \int_{-T/2}^{T/2} s^{(j)}(t)\, \varepsilon^{-j2\pi ft}\, dt$$

e como já afirmámos, $\vec{S}_T^{(j)}(f)$ não converge para qualquer valor quando $T \to \infty$, pois oscila infinitamente.

Verifica-se pois que o espectro de amplitude, que neste caso não é mais que o integral de uma função aleatória, não existe. Recorrendo ao valor estocástico do espectro de amplitude — ou seja a média no conjunto — teríamos a expressão

$$E \overline{\lim_{T \to \infty} \int_{-\infty}^{+\infty} s_T^{(j)}(t)\, \varepsilon^{-j2\pi ft}\, dt}$$

a qual igualmente não existe.

Contudo do estudo das funções aleatórias e das operações sobre funções aleatórias sabemos ser possível definir um integral não no sentido da análise, mas em valor quadrático médio.

A definição do espectro de amplitude em valor quadrático médio exige que

$$E \overline{\lim_{T \to \infty} \iint_{-T/2}^{T/2} s^{(j)}(t_1) \,.\, s^{(j)}(t_2) \,.\, \varepsilon^{-j2\pi f} \,.\, dt_1 \,.\, dt_2} \quad (*)$$

exista.

(*) Continuámos a supor $s^{(j)}(t)$ como uma função real da variável tempo.

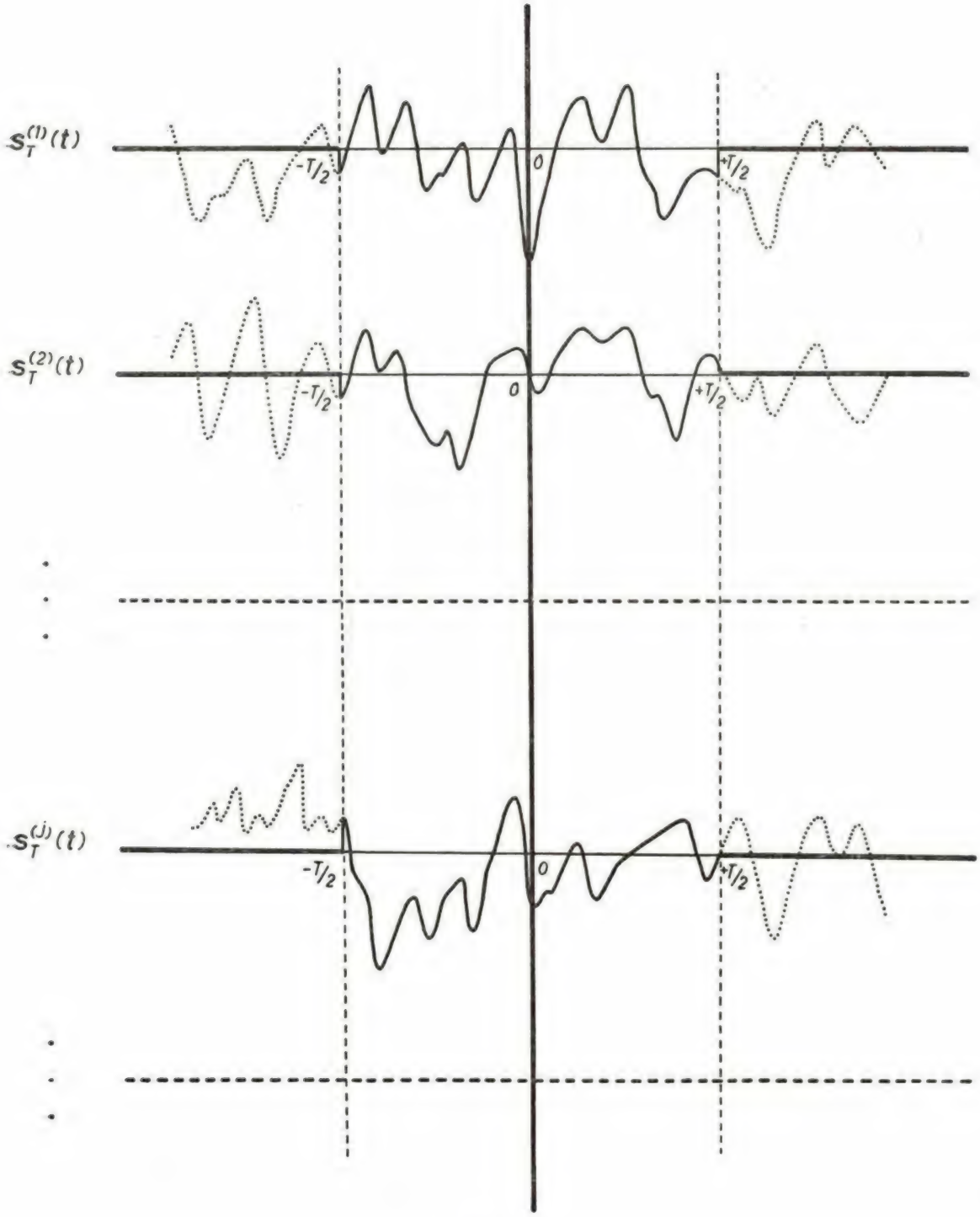


Fig. 5

Porém este integral, quando $T \to \infty$, cresce além de todo o limite. Se dividirmos por T e a expressão

$$\overline{E \lim_{T \to \infty} \frac{1}{T} \int\int_{-T/2}^{T/2} s^{(i)}(t_1) \cdot s^{(i)}(t_2) \cdot \varepsilon^{-j2\pi f(t_1 - t_2)} \cdot dt_1 \cdot dt_2}$$

convergir para um limite finito, é porque as oscilações são desprezáveis (de ordem inferior). Logo existe espectro em valor quadrático médio.

Como veremos seguidamente a expressão anterior é precisamente o espectro de potência do processo W(f) e em conclusão, *o espectro de amplitude pode-se definir em valor quadrático médio, quando existir espectro de potência do processo.* É este o papel importante conferido ao espectro de potência na teoria matemática das funções aleatórias.

6.2.2.2 Teorema de Wiener-Kintchine

Vamos considerar o processo truncado $S_T = \{ s_T^{(i)}(t) \}$. Nas condições até agora impostas pode-se definir o espectro de amplitude

$$\vec{S}_T^{(i)}(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} s_T^{(i)}(t) \, \varepsilon^{-j2\pi ft} \, dt$$

e igualmente um espectro de potência válido no intervalo $(-T/2, T/2)$

$$W_T^{(i)}(f) = \frac{\left| \vec{S}_T^{(i)}(f) \right|^2}{T}$$

e uma função de autocorrelação

$$\Psi_T^{(i)}(\tau) = \frac{1}{T} \int_{-\infty}^{+\infty} s_T^{(i)}(t) \cdot s_T^{(i)}(t - \tau) \cdot dt$$

$$= \frac{1}{T} \int_{-T/2+\tau}^{+T/2} s^{(i)}(t) \cdot s^{(i)}(t - \tau) \cdot dt \ldots (\tau > 0)$$

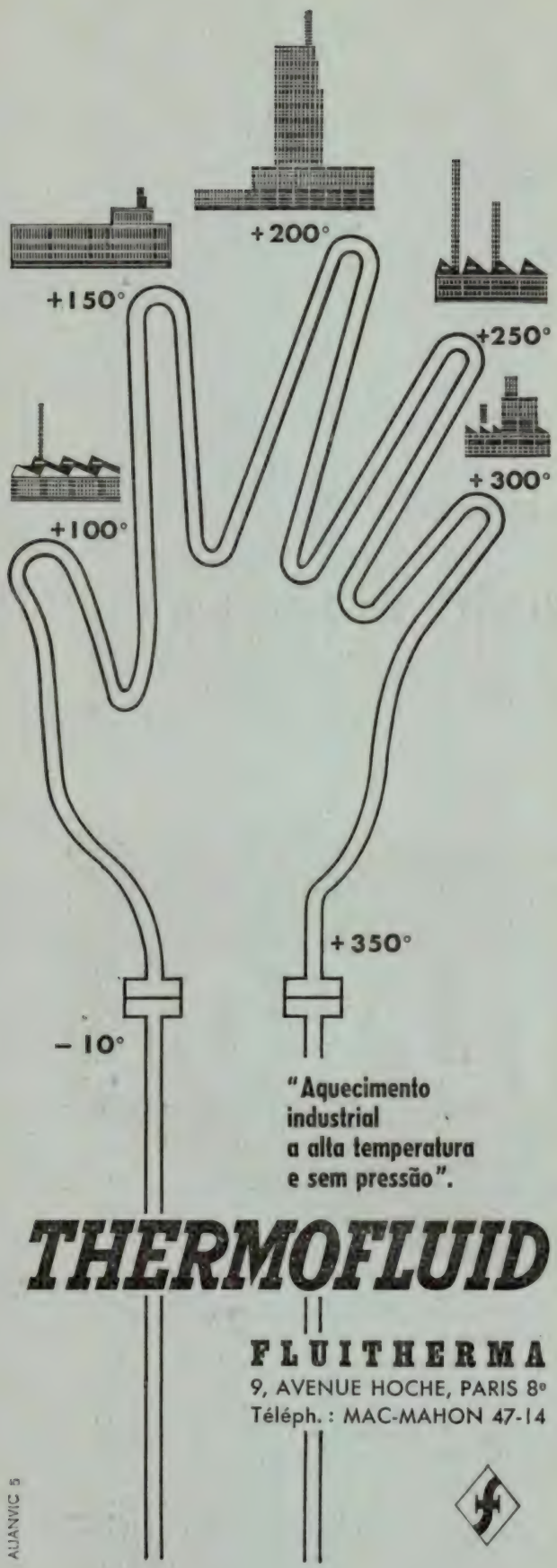
Logo para cada função $s^{(i)}(t)$ fàcilmente se conclui

$$W_T^{(i)}(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} \Psi_T^{(i)}(\tau) \, \varepsilon^{-j2\pi f\tau} \, d\tau$$

$$\Psi_T^{(i)}(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} W_T^{(i)}(f) \, \varepsilon^{j2\pi f\tau} \, df$$

Como os valores do espectro de potência $W_T^{(i)}(f)$ e da função de autocorrelação $\Psi_T^{(i)}(\tau)$ diferem de função para função, podemos calcular os valores estocásticos

$$\begin{cases} W_T(f) = \overline{E \, W_T^{(i)}(f)} \\ \Psi_T(\tau) = \overline{E \, \Psi_T^{(i)}(\tau)} \end{cases}$$



"Aquecimento industrial a alta temperatura e sem pressão".

THERMOFLUID

FLUITHERMA

9, AVENUE HOCHE, PARIS 8e

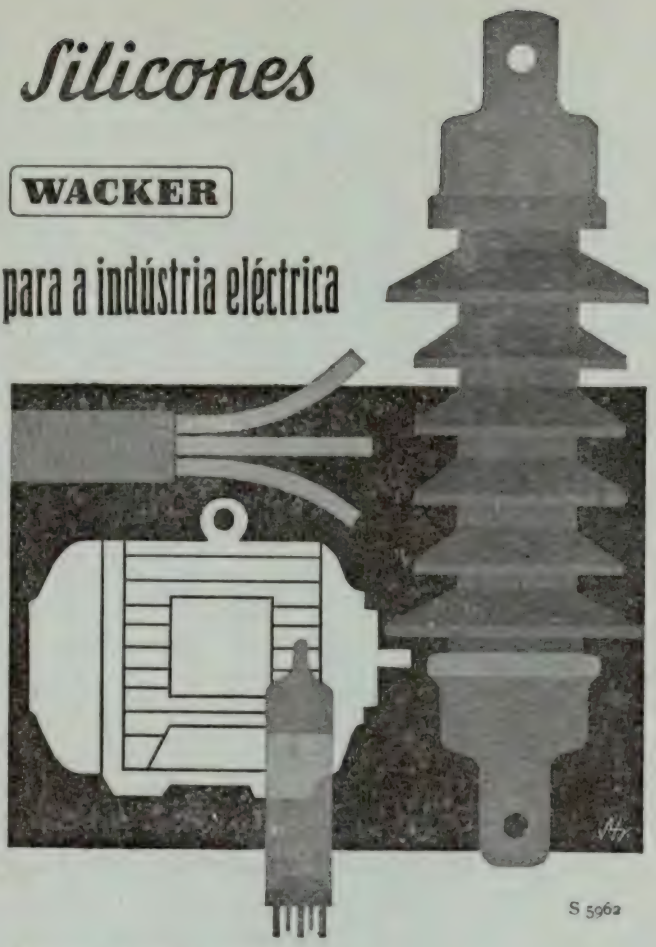
Téléph. : MAC-MAHON 47-14

ALJANVIC 5

Silicones

WACKER

para a indústria eléctrica



Óleos de Silicone

Como refrigerantes para válvulas amplificadoras, enchimento de condensadores e transformadores, óleos para bombas de difusão, produtos de efeito amortecedor, etc

Pastas de Silicone

Para o isolamento de material eléctrico, massas de embutir para cristais, para o impedimento de correntes rastejantes e descargas em isoladores e aparelhos de distribuição, etc.

Lubrificantes de Silicone

Para motores de ventilação e instalações de secagem, para arrancadores e motores eléctricos expostos a temperaturas elevadas, etc.

WACKER-CHEMIE GMBH

MUENCHEN — ALEMANHA

Queiram solicitar informações pormenorizadas assim como prospectos à nossa representante

WACKER

QUÍMICA HOECHST, LIMITADA

R. de Sá da Bandeira, 651-1.º — PORTO

Av. Duque d'Avila, 169-1.º — LISBOA

ORGANIZAÇÃO DE ENGENHARIA
AO SERVIÇO DA INDÚSTRIA

Companhia Mineira do Lobito

LAVARIA «STRIPA»

- QUADRO DE COMANDO COORDENADO
- GRUPO DIESEL-GERADOR
- INSTALAÇÃO ELÉCTRICA

Fornecimento efectuado para:

HEAD WRIGHTSON MINERALS ENGINEERING LIMITED, SHEFFIELD

ELECTRO TÉCNICOS

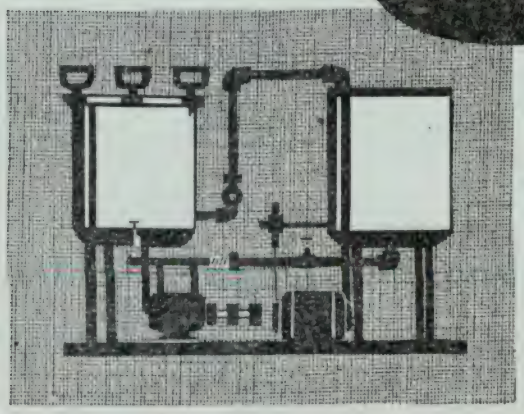
ELECTROTÉCNICOS REUNIDOS, L.DA

filtros FILFRO, L.da

ALGUMAS DAS PRINCIPAIS APLICAÇÕES:

Água • Açúcar • Óleos vegetais, animais e minerais • Cerveja
Sabão líquido • Resinas naturais e sintéticas • Vinhos • Vinagre
Glicerina • Tintas • Vernizes
Sumos de frutos • Xaropes
Azeite • Industria química

FILTROS NACIONAIS PARA TODOS OS PROBLEMAS DE FILTRAÇÃO



Inteiramente fabricados em Portugal, por técnicos e operários portugueses, segundo a patente port. n.º 29.917

Dezenas de instalações a funcionar no país atestam a sua excelente qualidade.

RUA CAPITÃO FILIPE DE SOUSA, 128
CALDAS DA RAINHA

FILTROS FILFRO, L.da PORTUGAL

que caracterizarão o processo truncado S_T. Dizem respeito ao conjunto das funções $s_T^{(j)}(f)$ ou seja ao processo estocástico e como tal devem poder relacionar-se com propriedades definidas no conjunto: a função covariância K_T.

Assim

$$W_T(f) = \overline{W_T^{(j)}(f)} = \frac{\overline{\left|\vec{S}_T^{(j)}(f)\right|^2}}{T} = \frac{1}{T}\int\int_{-T/2}^{T/2} \overline{s_T^{(j)}(t_1) \cdot s_T^{(j)}(t_2)} \cdot \varepsilon^{-j2\pi f(t_1-t_2)} \cdot dt_1 \cdot dt_2$$

$$= \frac{1}{T}\iint_{-T/2}^{T/2} K_T(t_1, t_2) \cdot \varepsilon^{-j2\pi f(t_1-t_2)} \cdot dt_1 \cdot dt_2$$

Calculando a transformada inversa de Fourier

$$\int_{-\infty}^{+\infty} W_T(f)\, \varepsilon^{j2\pi f \tau} df = \frac{1}{T}\int_{-T/2}^{T/2} K_T(t_1, t_1-\tau) \cdot dt_1 =$$

$$= \frac{1}{T}\int_{-T/2}^{T/2} \overline{s_T^{(j)}(t_1) \cdot s_T^{(j)}(t_1-\tau)}\, dt_1 = \overline{\frac{1}{T}\int_{-T/2+\tau}^{T/2} s^{(j)}(t_1) \cdot s^{(j)}(t_1-\tau)\, dt_1}$$

$$= \overline{\Psi_T^{(j)}(\tau)} = \Psi_T(\tau)$$

Como aliás era de esperar os valores estocásticos $W_T(f)$ e $\Psi_T(\tau)$ são pares de Fourier e podem-se exprimir na função de covariância como se indica, em conclusão:

$$\begin{cases} \Psi_T(\tau) = \dfrac{1}{T}\displaystyle\int_{-T/2}^{T/2} K_T(t_1, t_1-\tau)\, dt_1 = \dfrac{1}{T}\int_{-T/2+\tau}^{T/2} K(t_1, t_1-\tau) \cdot dt_1 \qquad (\tau > 0) \\ W_T(f) = \dfrac{1}{T}\displaystyle\iint_{-T/2}^{T/2} K_T(t_1, t_2) \cdot \varepsilon^{-j2\pi f(t_1-t_2)} \cdot dt_1\, dt_2 = \dfrac{1}{T}\iint_{-T/2}^{T/2} K(t_1, t_2) \cdot \varepsilon^{-j2\pi f(t_1-t_2)} \cdot dt_1\, dt_2 \end{cases}$$

Vamos agora considerar $T \to \infty$. No limite os valores obtidos para S_T serão, o espectro de potência $W(f)$ e a função de autocorrelação $\Psi(\tau)$ do processo estocástico ilimitado S.

O problema que se põe é a existência dos limites

$$\begin{cases} \lim\limits_{T\to\infty} W_T(f) \\ \lim\limits_{T\to\infty} \Psi_T(\tau) \end{cases}$$

Vamos calcular estes limites em função da função covariância $K(t_1, t_2)$.

Por aplicação da regra de L'Hopital obtemos os seguintes resultados:

$$\lim_{T\to\infty} W_T(f) = \lim_{T\to\infty} \frac{\iint_{-T/2}^{T/2} K(t_1\, t_2) \,.\, \varepsilon^{-j2\pi f(t_1-t_2)} \,.\, dt_1\, dt_2}{T} =$$

$$= \lim_{T\to\infty} \frac{\partial}{\partial T} \iint_{-T/2}^{T/2} K(t_1\, t_2) \,.\, \varepsilon^{-2\pi f(t_1-t_2)} \,.\, dt_1\, dt_2 = \int_{-\infty}^{0} \underset{\infty}{K}(\theta) \,.\, \cos 2\pi f\theta \,.\, d\theta + \int_{0}^{\infty} \underset{-\infty}{K}(\theta) \,.\, \cos 2\pi f\theta \,.\, d\theta$$

$$\lim_{T\to\infty} \Psi_T(\tau) = \lim_{T\to\infty} \frac{\int_{-T/2+\tau}^{T/2} K(t_1, t_1-\tau) \,.\, dt_1}{T} = \lim_{T\to\infty} \frac{\partial}{\partial T} \int_{-T/2+\tau}^{T/2} K(t_1, t_1-\tau) \,.\, dt_1$$

$$= \frac{1}{2}\left[\underset{\infty}{K}(-\tau) + \underset{-\infty}{K}(\tau)\right] \ldots\ldots \tau > 0$$

$$\lim_{T\to\infty} \Psi_T(\tau) = \frac{1}{2}\left[\underset{\infty}{K}(\tau) + \underset{-\infty}{K}(-\tau)\right] \ldots \tau < 0$$

Portanto se existir $\underset{\infty}{K}(\theta)$ e $\underset{-\infty}{K}(\theta)$ que são respectivamente os limites para que tende a covariância quando caminhamos indefinidamente no sentido positivo e no sentido negativo do eixo dos tempos, existe

$$\lim \Psi_T(\tau) = \Psi(\tau)$$

e se aqueles limites da função covariância também obedecem às condições do integral de Fourier, existe

$$\lim W_T(f) = W(f)$$

Acabámos de definir as funções espectro de potência e autocorrelação dos processos estocásticos infinitos de funções reais e inteiramente aleatórias.

É fácil de verificar que a autocorrelação é uma função par, como aliás seria de esperar. Portanto a sua transformada de Fourier será

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \Psi(\tau)\, \varepsilon^{j2\pi f\tau}\, d\tau = 2\int_{0}^{\infty} \Psi(\tau) \,.\, \cos 2\pi f\tau \,.\, d\tau$$

$$= \int_{0}^{\infty} [\underset{\infty}{K}(-\tau) + \underset{-\infty}{K}(\tau)] \cos 2\pi f\tau \,.\, d\tau + \int_{-\infty}^{0} [\underset{\infty}{K}(\tau) + \underset{-\infty}{K}(-\tau)] \cos 2\pi f\tau \,.\, d\tau$$

$$= \int_{-\infty}^{0} \underset{\infty}{K}(\theta) \,.\, \cos 2\pi f\theta \,.\, d\theta + \int_{0}^{\infty} \underset{-\infty}{K}(\theta) \,.\, \cos 2\pi f\theta \,.\, d\theta$$

$$= W(f)$$

Obtivemos o espectro de potência como transformada coseno da autocorrelação. Logo

$$\begin{cases} W(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} \Psi(\tau) \cos 2\pi f\tau \; d\tau \\ \Psi(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} W(f) \cos 2\pi f\tau \; df \end{cases}$$

Relações estas conhecidas como o Teorema de Wiener-Kintchine. Usualmente as expressões que traduzem o teorema de Wiener-Kintchine são mais ligadas à realidade. Neste caso, em que $s^{(j)}(t)$ é uma função real da variável tempo, $\left|\vec{S}_T^{(j)}(f)\right|$ e $W_T^{(j)}(f)$ são funções pares. O mesmo se diz de $W_T(f)$ e de $W(f)$. Logo não faz sentido uma distinção entre frequências positivas e negativas, tanto mais que nas determinações experimentais, os filtros não distinguem f de $-f$. Portanto pode-se definir um *espectro de potência mensurável* $\underline{W}(f)$ como se segue:

$$\underline{W}(f) = 2 \,.\, W(f) \qquad f > 0$$

Então o teorema de Wiener-Kintchine exprimir-se-á pelas relações

$$\begin{cases} \underline{W}(f) = 4 \displaystyle\int_0^{\infty} \Psi(\tau) \,.\, \cos 2\pi f \tau \,.\, d\tau \\ \Psi(\tau) = \displaystyle\int_0^{\infty} \underline{W}(f) \cos 2\pi f \tau \,.\, df \end{cases}$$

Conclusão estatística sobre o espectro de potência.

Visto a potência média estocástica ser

$$P = \overset{E}{\lim_{T \to \infty}} P_T^{(j)} = \overset{E}{\lim_{T \to \infty}} \overset{T}{\overline{[s_T^{(j)}(t)]^2}} = \overset{E}{\lim_{T \to 0}} \Psi_T^{(j)}(0) = \Psi(0)$$

então

$$\Psi(0) = \int_{-\infty}^{+\infty} W(f) \,.\, df = \int_{0}^{+\infty} \underline{W}(f) \,.\, df$$

e será

$$\begin{cases} 1 = \displaystyle\int_0^{\infty} \underline{w}(f) \,.\, df \\ \underline{w}(f) = \dfrac{\underline{W}(f)}{\Psi(0)} = \dfrac{\underline{W}(f)}{P} \end{cases}$$

logo $\underline{w}(f)$ dá-nos a densidade de probabilidade da potência de uma função $s^{(j)}(t)$ do processo estocástico se situar em torno da frequência f.

6.2.3. Processos de duração infinita. Classificação dos processos tendo em consideração as funções que os constituem.

Refere-se ao caso estacionário, isto é, supõe-se o início da função indefinitamente recuado no passado $(-\infty)$. São estes que levantam problemas cuja solução só é possível à luz da análise harmónica generalizada.

Processos Determinísticos — (Caso dos sinais em Telecomunicações)

Existe uma dependência analítica bem definida em cada função, relativamente ao tempo . $s^{(j)}(t)$ possui expressão analítica e consequentemente uma descrição analítica.

O conhecimento de *todo o passado ou parte* de $s^{(j)}(t)$ é suficiente para determinar, sem ambiguidade alguma, a evolução futura de $s^{(j)}(t)$.

Processos inteiramente aleatórios — (Caso do ruído em Telecomunicações)

Neste caso não há qualquer dependência funcional, existe ùnicamente uma descrição estatística de $s^{(i)}(t)$. A evolução futura de uma função $s^{(i)}(t)$ mesmo conhecido todo o passado dessa função, só é conhecido duma forma estatística e em termos de probabilidade.

Processos mistos — Caso real (sinal + ruído em Telecomunicações)

Resulta da sobreposição de 2 processos, um determinístico, outro inteiramente aleatório.

7. CLASSIFICAÇÃO DOS PROCESSOS INTEIRAMENTE ALEATÓRIOS RELATIVAMENTE À SUA COMPLEXIDADE ESTATÍSTICA (DEPENDÊNCIA ESTATÍSTICA)

7.1. Os processos ficam matemàticamente descritos quando conhecemos toda a hierarquia de densidades de probabilidade conjunta $w_1, w_2, w_3 \ldots w_n, \ldots (n \to \infty)$. O mesmo se pode afirmar se conhecermos a densidade de probabilidade w_1 e todas as densidades de probabilidade condicional, pois a partir destas é possível calcular toda a hierarquia atrás referida.

Quando a ordem cronológica de n instantes é $t_n < t_{n-1} < \ldots < t_N < \ldots < t_1$, e se verifica

$$w_n (s_n t_n, s_{n1} t_{n-1}, \ldots s_N t_N \ldots s_2 t_2 \mid s_1 t_1) = w_N (s_N t_N \ldots s_2 t_2 \mid s_1 t_1) \qquad n > N$$

isto é, a partir de certa ordem N as funções densidade de probabilidade condicional w_n dependem só dos últimos $(N-1)$ instantes passados, qualquer que seja $n > N$. Então a probabilidade condicional relativamente a um instante futuro t_1 depende apenas dos $(N-1)$ instantes passados; e ao instante t_{N+1} anterior a t_N está associada uma informação estatística suplementar nula (**).

Neste caso para a elaboração de toda a hierarquia de densidades de probabilidade conjunta $w_1 \ldots w_n$ bastam a densidade de probabilidade w_1 e as densidades de probabilidade condicional até $w_N (\mid)$.

Um processo estocástico é tanto mais complexo quanto maior for N.

7.2. Classificação dos processos quanto à complexidade estatística.

7.2.1. Processos puramente aleatórios. Independência estatística.

São os mais simples, pois toda a descrição matemática do processo, se resume ao conhecimento da densidade de probabilidade de 1.ª ordem, $w_1 (s_1 t_1)$. Isto significa que as variáveis aleatórias relativas a constantes sucessivos (independentemente do intervalo que os separam) (*) não estão relacionadas entre si.

Todos os instantes dão origem a variáveis aleatórias estatìsticamente independentes e portanto

$$w_n (s_n t_n \ldots s_n t_n) = \sum_{k=1}^{n} w_1 (s_k t_k)$$

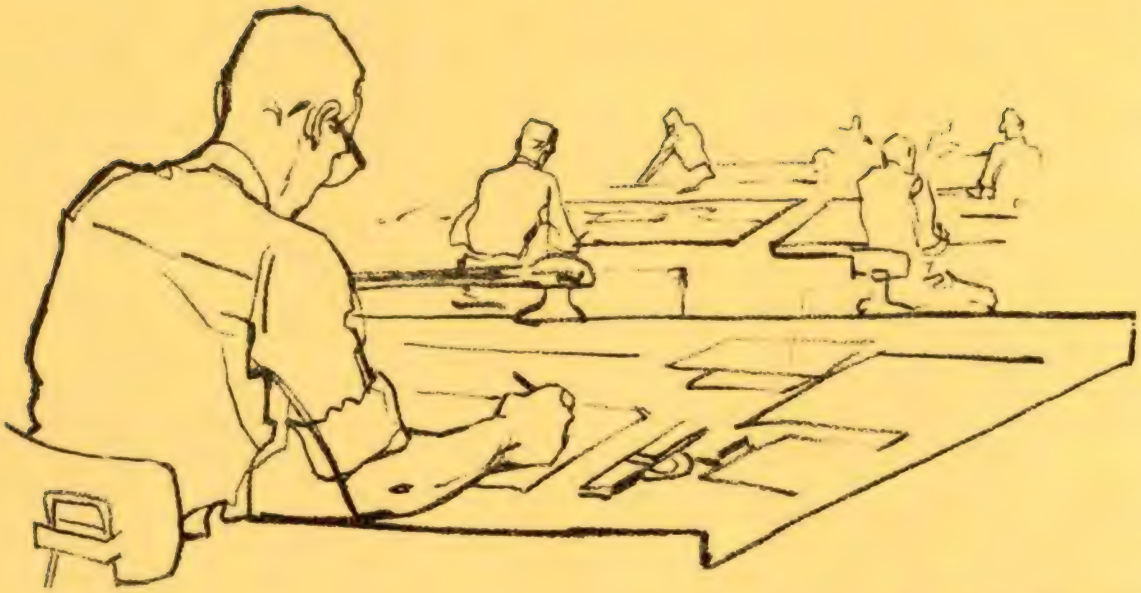
$$w_1 (s_n t_n \ldots \mid s_1 t_1) = w_1 (s_1 t_1)$$

Os processos puramente aleatórios são conhecidos pelo nome de *ruído branco*.

(*) Nas séries é fácil este esquema de dependência mas no caso dos processos só como caso particular se consegue.

(**) A existência de séries estocásticas puramente aleatórias não é difícil visto a variável tempo ser discreta porém nos processos (em que a variável tempo é contínua) representa um caso limite; não é fìsicamente possível considerar as variáveis aleatórias relativas a t_j e t_i constantemente independentes à medida que $t_i - t_j$ se aproxima de zero.

APA



CATERPILLAR* + S.T.E.T.

O BINÓMIO MAIS VANTAJOSO PARA QUALQUER PROBLEMA DE

MOVIMENTAÇÃO DE TERRAS

CATERPILLAR* O fabricante mais especializado, em todo o mundo, de tractores de rasto e de rodas, pás mecânicas de rasto e rodas (traxcavators*), motoniveladoras, moto-scrapers, escarificadores, "bulldozers", motores industriais e marítimos, grupos electrogéneos.

S.T.E.T.

SOCIEDADE TECNICA DE EQUIPAMENTOS E TRACTORES, L.DA

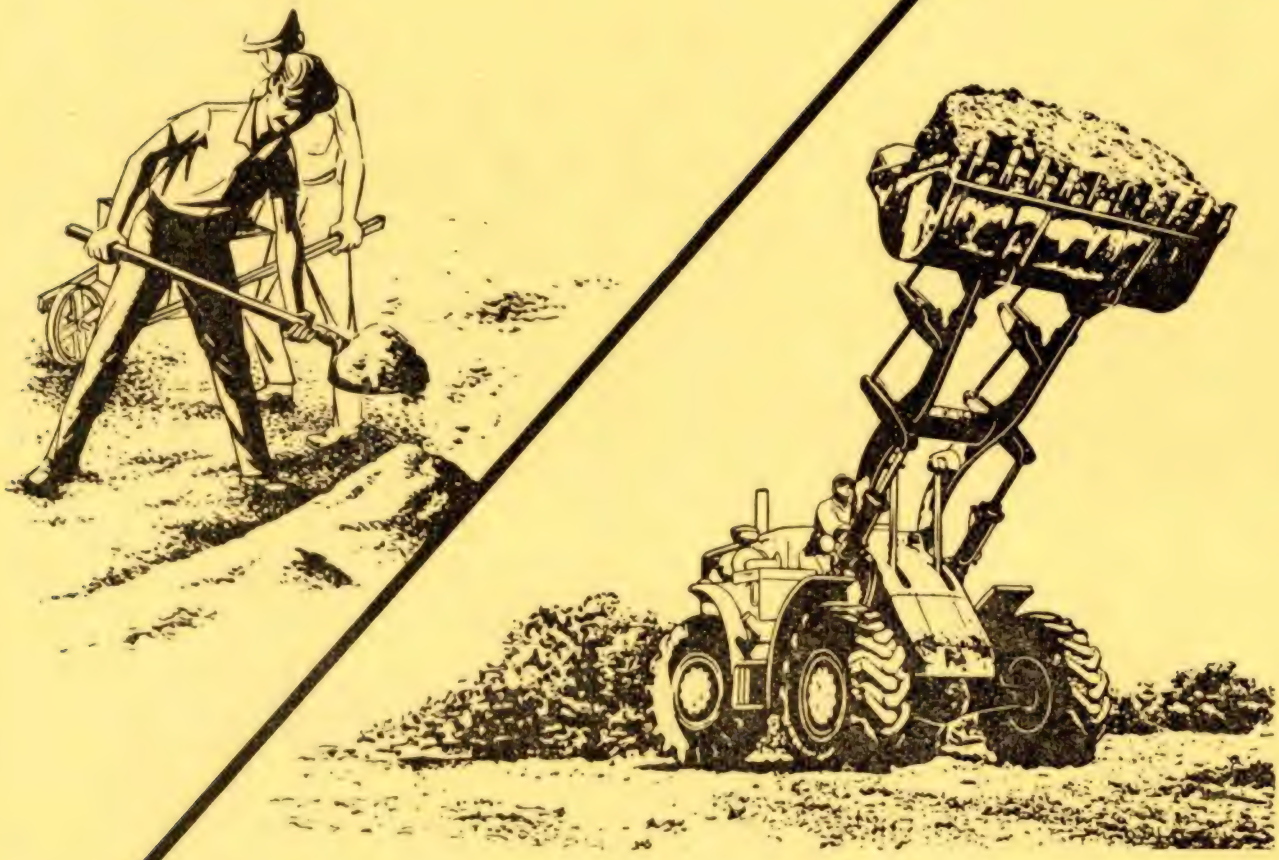
DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO EM PORTUGAL CONTINENTAL, ILHAS ADJACENTES, CABO VERDE E GUINÉ

ASSISTÊNCIA – REPARAÇÕES – PEÇAS GENUÍNAS

PRIOR VELHO — SACAVÉM
TELEF.: 251 0001/4 — TELEG.: «STETRA» — APARTADO 1351
LISBOA

* «CATERPILLAR» E «TRAXCAVATOR» SÃO MARCAS REGISTADAS DE CATERPILLAR TRACTOR CO. — PEORIA, ILLINOIS — E. U. A.

DA PÁ
CLÁSSICA
E DO CARRINHO
DE MÃO...



...À
PÁ MECÂNICA
(TRAXCAVATOR*)
CATERPILLAR*

TODO UM CAMINHO PERCORRIDO NA PROCURA DA MELHOR REALIZAÇÃO DO TRABALHO — DA MANEIRA MAIS EFICIENTE, MAIS ECONÓMICA E MAIS LUCRATIVA — PARA UMA MELHOR SATISFAÇÃO DAS NECESSIDADES HUMANAS.

ACTUALMENTE, EM QUALQUER TRABALHO DE

cerâmicas, minas e pedreiras,

A PALAVRA DA ORDEM É

CATERPILLAR*

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO:

S.T.E.T.

SOCIEDADE TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS E TRACTORES, LDA.
PRIOR VELHO — SACAVÉM
TELEF. 251 0001/4 — TELEG. «STETRA» — APARTADO 1351 — LISBOA

* «CATERPILLAR» E «TRAXCAVATOR» SÃO MARCAS REGISTADAS DE CATERPILLAR TRACTOR CO. — PEORIA, ILLINOIS — E. U. A.

7.2.2. Processos simples de Markoff.

É o caso em que toda a descrição matemática está contida na função densidade de probabilidade condicional de 2.ª ordem

$$w_n(s_n\, t_n \ldots \mid s_1\, t_1) = w_2(s_2\, t_2 \mid s_1\, t_1)$$

$$w_n(s_n\, t_n \ldots s_1\, t_1) = w_1(s_1\, t_1) \cdot \prod_{k=2}^{n} w_2(s_{k-1}\, t_{k-1} \mid s_k\, t_k)$$

Isto significa que não há hereditariedade; qualquer valor futuro fica total e exclusivamente determinado pelo último valor observado — instante presente. Denomina-se dependência em cadeia ou dependência de Markoff.

7.2.3. Processos de Markoff de ordem superior.

Podemos agora considerar processos estocásticos cujas densidades de probabilidade condicional dependem no máximo de dois instantes passados

$$w_n(\mid) = w_3(s_{n-2}\, t_{n-2}, s_{n-1}\, t_{n-1} \mid s_n\, t_n)$$

e teríamos um processo de Markoff de 2.ª ordem.

Anàlogamente no processo de Markoff de ordem p será um processo em que os valores futuros dependem só dos $(p-1)$ instantes passados e portanto só existem funções de densidade de probabilidade condicional até à ordem p

$$w_p(s_p\, t_p \ldots s_2\, t_2 \mid s_1\, t_1)$$

8. PROCESSOS ESTOCÁSTICOS ESTACIONÁRIOS

8.1. Um processo estocástico diz-se estacionário quando a sua descrição estatística permanece invariante perante uma translação arbitrária no tempo (*). Isto significa que todas as funções de medida de probabilidade $w_1, w_2, \ldots w_n$ permanecem sem ser afectadas por um deslocamento no tempo.

Portanto o processo é independente da origem absoluta do tempo e só depende do tempo através de intervalos de tempo

$$t_2 - t_1,\ t_3 - t_1 \ldots\ t_n - t_1.$$

A estacionaridade acima definida designa-se por estacionaridade em sentido restrito ou estacionaridade completa.

8.2. Também se define estacionaridade em sentido lato ou estacionaridade de 2.ª ordem em relação a processos estocásticos cujas densidades de probabilidade de 1.ª e 2.ª ordem são independentes da origem absoluta do tempo (invariantes numa translação no tempo), w_1 é independente do tempo e w_2 depende exclusivamente do intervalo $\tau = t_2 - t_1$.

Enquanto que nos processos estocásticos estacionários, em sentido restrito, se exige que todas as funções de densidade de probabilidade sejam independentes da origem absoluta do tempo, nos estacionários em sentido lato, basta que sejam independentes da origem absoluta do tempo as funções de densidade de probabilidade w_1 e w_2.

(*) Exige-se òbviamente uma duração infinita. Os processos de duração finita classificam-se necessàriamente nos processos não-estacionários.

Um processo que é estacionário em sentido restrito, também é estacionário em sentido lato, mas o inverso já não é verdadeiro, a não ser no caso muito especial dos processos gaussianos (Ver § Processos gaussianos).

A estacionaridade em sentido lato corresponde fisicamente a uma invariância das condições energéticas do fenómeno, ao passo que a estacionaridade em sentido restrito corresponde à invariância de toda infraestrutura do fenómeno.

8.3. Verifica-se pois, que a estacionaridade obriga às seguintes conclusões:

1 — Média simples independente do instante

$$\overline{E\, s^{(j)}(t_0)} = \overline{E\, s^{(j)}(t_k)}$$

em qualquer $t_k \neq t_0$

2 — Média quadrática independente do instante

$$\overline{E\, [s^{(j)}(t_0)]^2} = \overline{E\, [s^{(j)}(t_k)]^2}$$

3 — Covariância depende só do intervalo $\tau = t_2 - t_1$, visto $w_2 = w_2(s_1; s_2, \tau)$

$$K(t_1, t_2) = \overline{E\, s^{(j)}(t_1) \cdot s^{(j)}(t_2)} = \overline{E\, s^{(j)}(t_0) \cdot s^{(j)}(t_0 + \tau)} = K(\tau)$$

Verifica-se que a covariância nos processos estacionários é uma função par

$$K(\tau) = K(-\tau)$$

8.4. Consequências sobre o Teorema de Wiener-Kintchine

Relativamente ao teorema de Wiener Kintchine se $m = 0$ e visto $\underset{-\infty}{K}(\tau) = \underset{\infty}{K}(\tau) = K(\tau)$ obtém-se a igualdade entre a função de autocorrelação estocástica e a covariância do processo. Portanto

$$\begin{cases} \underline{W}(f) = 4 \displaystyle\int_{-\infty}^{+\infty} K(\tau)\, \varepsilon^{-j2\pi f \tau}\, d\tau \\ K(\tau) = \displaystyle\int_{0}^{\infty} \underline{W}(f)\, \varepsilon^{+j2\pi f \tau}\, df \end{cases}$$

donde se conclui, que a organização estatística de 2.ª ordem do processo estocástico, se encontra completamente determinada pelas condições energéticas, ou seja, pelo espectro de potência estocástico.

9. PROCESSOS ESTOCÁSTICOS ERGÓDICOS

9.1. Já vimos que só é possível efectuar uma teoria efectiva do ruído e dos sinais nos sistemas de comunicações, tendo como base métodos probabilísticos. Por outro lado é impossível trabalhar experimentalmente com o conjunto total de funções $s^{(j)}(t)$ e recorre-se portanto a um membro particular j (por vezes alguns), e analisa-se o comportamento de $s^{(j)}(t)$ no decurso do tempo.

Agora, para que a teoria seja útil nas aplicações, deve permitir relacionar as medidas de probabilidade assumidas apriori para o conjunto com os resultados estatísticos determinados aposteriori a partir da evolução cronológica de um dado membro $s^{(j)}(t)$.

9.2. Processos para quais existe uma relação definida entre as médias no tempo e no conjunto denominam-se ergódicos e as condições de permuta do tempo e do conjunto estabelecem-se sob a forma do teorema ergódico.

9.3. Hipótese ergódica é a que se assume, quando se está trabalhando com um membro de um processo em que se aplica o teorema ergódico e ainda que, na situação física não seja sempre estritamente verdadeira, visto não ser possível preencher as condições requeridas.

9.4. Definição matemática de processo ergódico

Processo estocástico estacionário em sentido restrito, cujos subconjuntos estacionários em sentido restrito, tem ùnicamente como medida, 1 ou 0.

9.5. Teorema ergódico

Para um processo ergódico, a média no conjunto de uma função de variáveis aleatórias, é igual (com probabilidade 1) à média da função correspondente considerada sobre todas as translações possíveis do tempo de uma função particular $s^{(j)}(t)$ (de medida não-nula).

$$\overline{g^{(j)}}^{E} = \overline{g^{(j)}}^{T}$$

sendo $g^{(j)} \in G = G(S)$.

A importância deste teorema resulta de, num processo ergódico, qualquer função particular $s^{(j)}(t)$ ser característica de todo o conjunto. As operações efectuadas no tempo sobre $s^{(j)}(t)$ conduzem aos mesmos resultados que se obtêm através das operações correspondentes realizadas sobre qualquer das variáveis aleatórias (sobre o conjunto em qualquer instante).

9.6. Algumas consequências da ergodicidade:

$$1 - \quad \lim_{T \to \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{+T/2} s^{(j)}(t)\, dt = \overline{s^{(j)}(t)}^{T} = \overline{s^{(j)}(t_k)}^{E} = \int_D s_k\, w_1\, (ds_k)$$

logo se $\overline{s^{(j)}(t)}^{E} = 0 = \overline{s^{(j)}(t)}^{T}$

$$\Psi^{(j)}(\tau) = K(\tau)$$

a autocorrelação duma função particular e a covariância do processo são iguais.

$$2 - \quad \lim \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} [\, s^{(j)}(t)\,]^2\, dt = \overline{[s^{(j)}(t)]^2}^{T} = \overline{[s^{(j)}(t)]^2}^{E} = \int_D s_k^2\, w_1(s_k)\, .\, ds_k$$

$$3 - \quad \lim \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s^{(j)}(t)\, .\, s^{(j)}(t+\tau)\, .\, dt = \overline{s^{(j)}(t)\, .\, s^{(j)}(t+\tau)}^{T} =$$

$$\overline{s^{(j)}(t_k)\, .\, s^{(j)}(t_{k+\tau})}^{E} = \iint_D s_k\, s_l\, w_2(s_k\, s_l\, ,\, \tau)\, .\, ds_k\, ds_l$$

$$= K(\tau) + \left[\, \overline{s_k}^{E} \,\right]^2$$

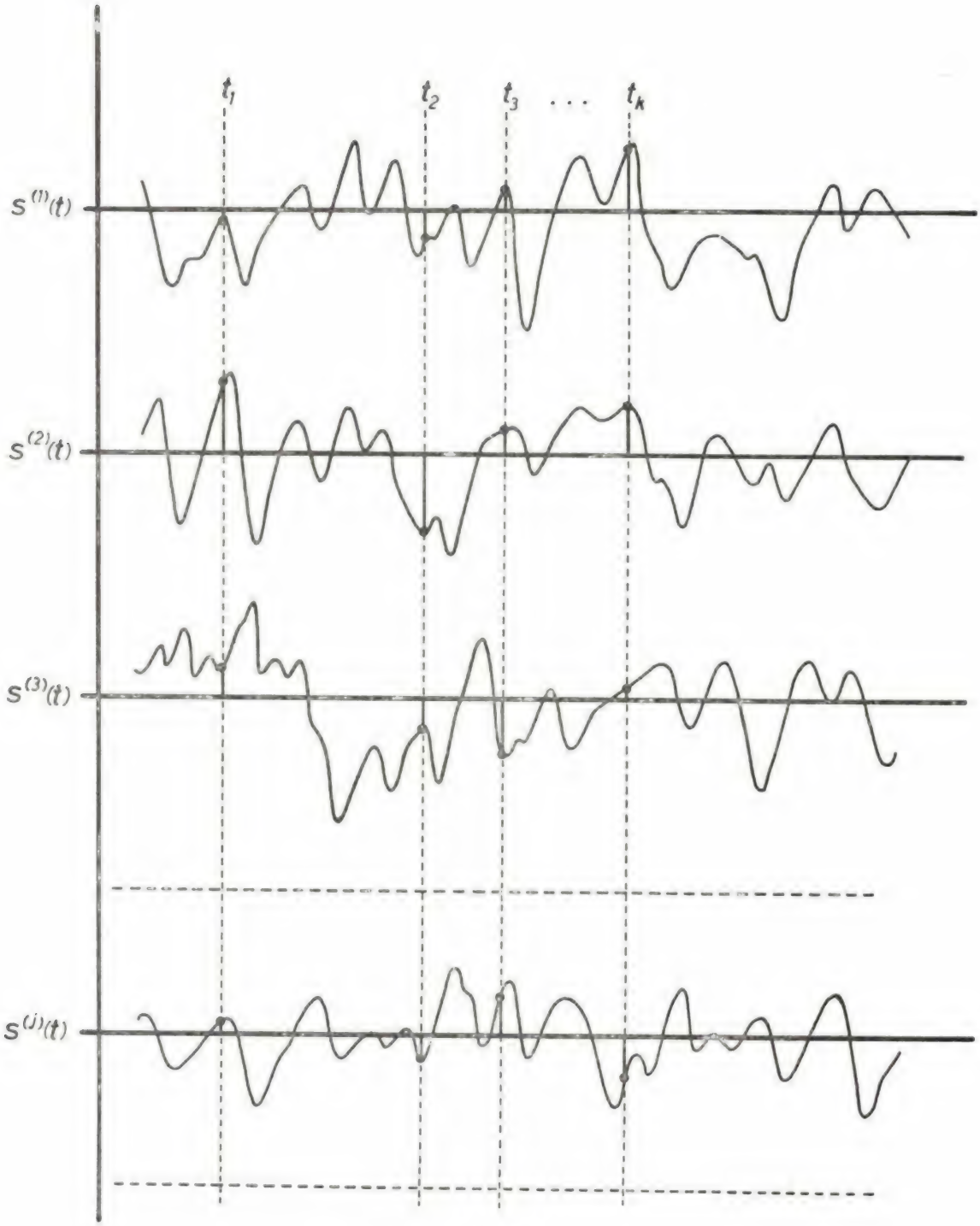


Fig. 6

4 — Duma forma geral se $g^{(j)} = g\,[\,s^{(j)}(t_1)\; s^{(j)}(t_2) \;\ldots.\; s^{(j)}(t_k)\,]$ num conjunto ergódico

$$\lim_{T\to\infty} \frac{1}{1} \int_{T/2}^{+T/2} g\,[\,s^{(i)}(t_1+\tau),\; s^{(j)}(t_2+\tau) \;\ldots.\; s^{(j)}(t_k+\tau)\,]\; d\tau = \overline{g^{(i)}}^{T} =$$

$$= \overline{g^{(j)}}^{E} = \iint_D \ldots. \int g^{(j)}\,[\,s^{(j)}(t_1)\; s^{(j)}(t_2) \;\ldots.\; g^{(j)}(t_k)\,]\; w_k\,(s_1\, s_2 \;\ldots.\; s_k)\; ds_1\, ds_2 \;\ldots.\; ds_k$$

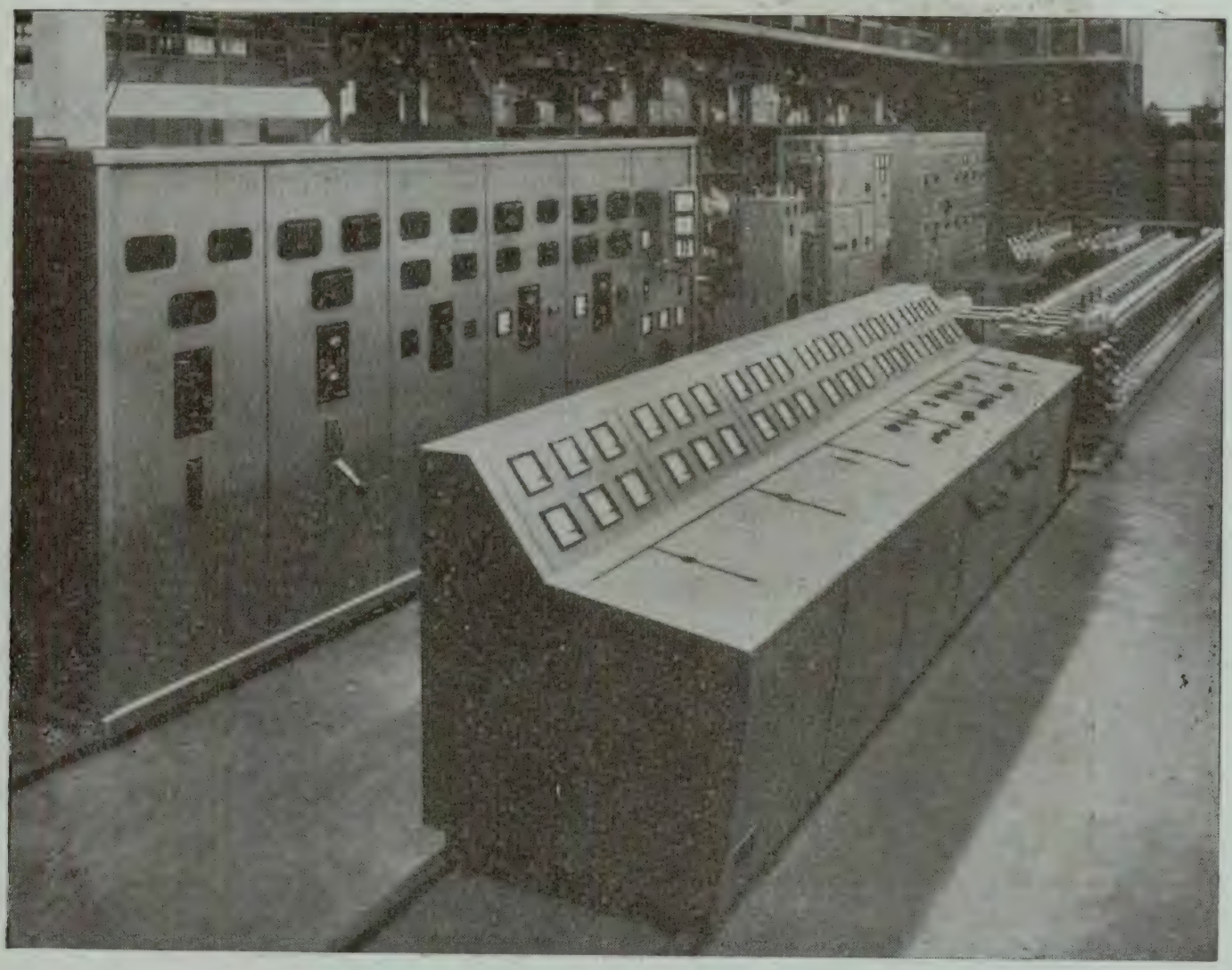
JAYME DA COSTA, L^DA

MECÂNICA E ELECTRICIDADE EM TODAS AS APLICAÇÕES

PORTO
Praça da Batalha, 12
Telef. 2 28 12 (PPC)

LISBOA
Rua dos Correeiros, 14
Telef. 32 70 35 (PPC)

LUANDA
Cx. Postal 5174
Telef. 4743



Material fabricado nas nossas oficinas, pronto para expedição

- Fabricação de aparelhagem eléctrica de alta e baixa tensão
- Equipamentos electromecânicos completos para centrais e fábricas
- Postos de transformação tipo monobloco
- Quadros blindados, capsulados e em armário
- Armaduras de iluminação de todos os tipos
- Contadores eléctricos e instrumentos de medida
- Telemedida e telecomando
- Instalações elevatórias de água
- Instalações de saneamento e esgotos
- Ferramentas de corte
- Motores Diesel industriais e marítimos
- Fogões eléctricos
- Frigoríficos
- Ventilação e condicionamento de ar
- Aparelhagem de Raios X e electromedicina

YALE
Rossbeton
FENWICK
HARBORMASTER
HilsaCraig
BEAUFORT
KRUPP
Gravity
ICOM
WOODSON
Promec
SOCIEDADE COMERCIAL
DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS, LDA.
AV. DUQUE DE LOULÉ, 75, 6.º ESQ. LISBOA-1 TELEFS. 73 34 63/73 35 81/73 36 14
ENDEREÇO TELEGRÁFICO: PROMEC — APARTADO 2669
dispõe do equipamento EXACTO à solução ECONÓMICA do seu problema
BAUER
JOHNSON
TROJAN
simesa

5 — Como conclusão dos processos ergódicos pode-se afirmar a equivalência entre $\overline{g^{(j)}}^{E}$ e a média a todo-tempo $(\infty < t < +\infty)$ $\overline{g^{(j)}}^{T}$, a média sobre o passado $(-\infty < t < 0)$ $\overline{g^{(j)}_{-\infty}}^{T}$, ou a média sobre o futuro $(0 < t < +\infty)$ $\overline{g^{(j)}_{+\infty}}^{T}$

$$\overline{g^{(j)}}^{T} = \overline{g^{(j)}_{-\infty}}^{T} = \overline{g^{(j)}_{+\infty}}^{T}$$

e portanto é possível utilizar o passado de uma função $g^{(j)}$ de processo ergódico para predizer o futuro dessa função em termos de valores médios. É a base da teoria da predição.

9 6. Consequências relativas ao Teorema de Wiener-Kintchine

Como cada função $s^{(j)}(t)$ é característica de todo o conjunto, suposto inteiramente aleatório e de médias nulas:

$$\Psi^{(j)}(\tau) = \Psi(\tau) = K(\tau)$$

e portanto deve ser possível definir um espectro de potência individual $\underline{W}^{(j)}(f)$ que traduza as propriedades energéticas do processo estocástico, ou seja o espectro estocástico de potência: $\underline{W}(f)$. Como

$$\underline{W}(f) = 4 \int_0^{\infty} \Psi(\tau) \,.\, \cos 2\pi f\tau \,.\, d\tau = 4 \int_0^{\infty} \Psi^{(j)}(\tau) \,.\, \cos 2\pi f\tau \,.\, d\tau$$

terá de ser $\underline{W}^{(j)}(f) = \underline{W}(f)$

A determinação de $\underline{W}^{(j)}(f)$ pode-se fazer por meio duma experiência. A potência média que num determinado intervalo de tempo $(-T/2, T/2)$ é transmitida através dum filtro estreito de largura Δf é $\underline{P}^{(j)}_{T}(f_0 \Delta f)$. Se com o mesmo filtro determinarmos a potência média transmitida desde $-\infty$ a $+\infty$ obteremos $\underline{P}^{(j)}(f_0 \Delta f)$. Fazendo a largura do filtro Δf tender para zero o cociente

$$\frac{\underline{P}^{(j)}(f_0, \Delta f)}{\Delta f} \longrightarrow \underline{W}^{(j)}(f_0)$$

tende para o valor do espectro de potência individual da função $s^{(j)}(t)$ na frequência f_0: $\underline{W}^{(j)}(f_0)$.

Na realidade fàcilmente se prova que $\underline{W}^{(j)}(f)$ é a transformada de Fourier de $\Psi(\tau) \equiv \Psi^{(j)}(\tau)$

$$\underline{W}^{(j)}(f_0) = \lim_{\Delta f \to 0} \lim_{T \to \infty} \frac{\underline{P}^{(j)}(f_0, \Delta f)}{\Delta f} = \lim_{\Delta f \to 0} \lim_{T \to \infty} 2 \int_{f_0 - \Delta f/2}^{f_0 + \Delta f/2} \frac{\left| \vec{S}^{(j)}_{T}(\lambda) \right|^2}{\Delta f \,.\, T} d\lambda$$

$$= \lim_{\Delta f \to 0} \lim_{T \to \infty} \frac{2}{\Delta f \,.\, T} \int_{f_0 - \Delta f/2}^{f_0 + \Delta f/2} d\lambda \int_{-T/2}^{T/2} d\tau \int_{-T/2}^{T/2} dt \,.\, s^{(j)}_{T}(t) \,.\, s^{(j)}_{T}(t+\tau)\, \varepsilon^{-j2\pi\lambda\tau}$$

$$= \lim_{\Delta f \to 0} 2 \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\operatorname{sen} \pi \Delta f\, \tau}{\pi \Delta f\, \tau} \varepsilon^{-j2\pi f_0 \tau} d\tau \,.\, \lim_{T \to \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s^{(j)}_{T}(t)\, s^{(j)}_{T}(t+\tau) \,.\, dt$$

$$= \lim_{\Delta f \to 0} 2 \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\operatorname{sen} \pi \Delta f \tau}{\pi \Delta f \tau} \cdot \Psi(\tau) \cdot \varepsilon^{-j2\pi f_0 \tau} \cdot d\tau$$

$$= 2 \int_{-\infty}^{+\infty} \Psi(\tau) \cdot \varepsilon^{-j2\pi f_0 \tau} \cdot d\tau$$

$$= 4 \int_{0}^{\infty} \Psi(\tau) \cdot \cos 2\pi f_0 \tau \cdot d\tau$$

10. PROCESSOS ESTOCÁSTICOS NORMAIS OU GAUSSIANOS

10.1. Já vimos que a descrição matemática de um processo fica completamente estabelecida quando se conhece toda a hierarquia de funções de densidade de probabilidade

$$w_1 , w_2 \ldots w_n \ldots .$$

10.2. No caso dos processos inteiramente aleatórios tem especial interesse aquele em que as funções de densidade de probabilidade dizem respeito a uma multiplicidade gaussiana.

Um processo gaussiano é um processo em que sobre quaisquer n instantes $(t_1 , t_2 \ldots , t_n)$ (em que n pode tender para infinito) se constróem n variáveis aleatórias $s_1\ s_2 \ldots s_n$ com uma densidade de probabilidade dada por

$$w_n (s_1\ t_1 \ldots s_n\ t_n) = \left[(2\pi)^n . \operatorname{Det} K_n . \varepsilon^{(s-m)^T K_n^{-1} (s-m)} \right]^{-1/2}$$

em que s é a matriz variável aleatória (coluna)

$$s = \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_n \end{bmatrix}$$

em que m é a matriz média (coluna)

$$m = \begin{bmatrix} m_1 \\ \vdots \\ m_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E\overline{} \\ s_1 \\ \vdots \\ E\overline{} \\ s_n \end{bmatrix}$$

e em que K é a matriz covariância (quadrada)

$$K_n = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \rho_{12} & \ldots & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & \sigma_{22} & \ldots & \rho_{2n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \vdots \\ \rho_{n1} & \ldots & \ldots & \rho_{nn} \end{bmatrix} \qquad \rho_{kl} = E\overline{s^{(j)}(t_k) . s^{(j)}(t_l)}$$

$$\sigma_{kk} = E\overline{[s^{(j)}(t_k)]^2}$$

10.3. Verifica-se a importância dos processos gaussianos se atendermos ao teorema do limite-central cujas restrições foram enunciadas por Liapounoff.

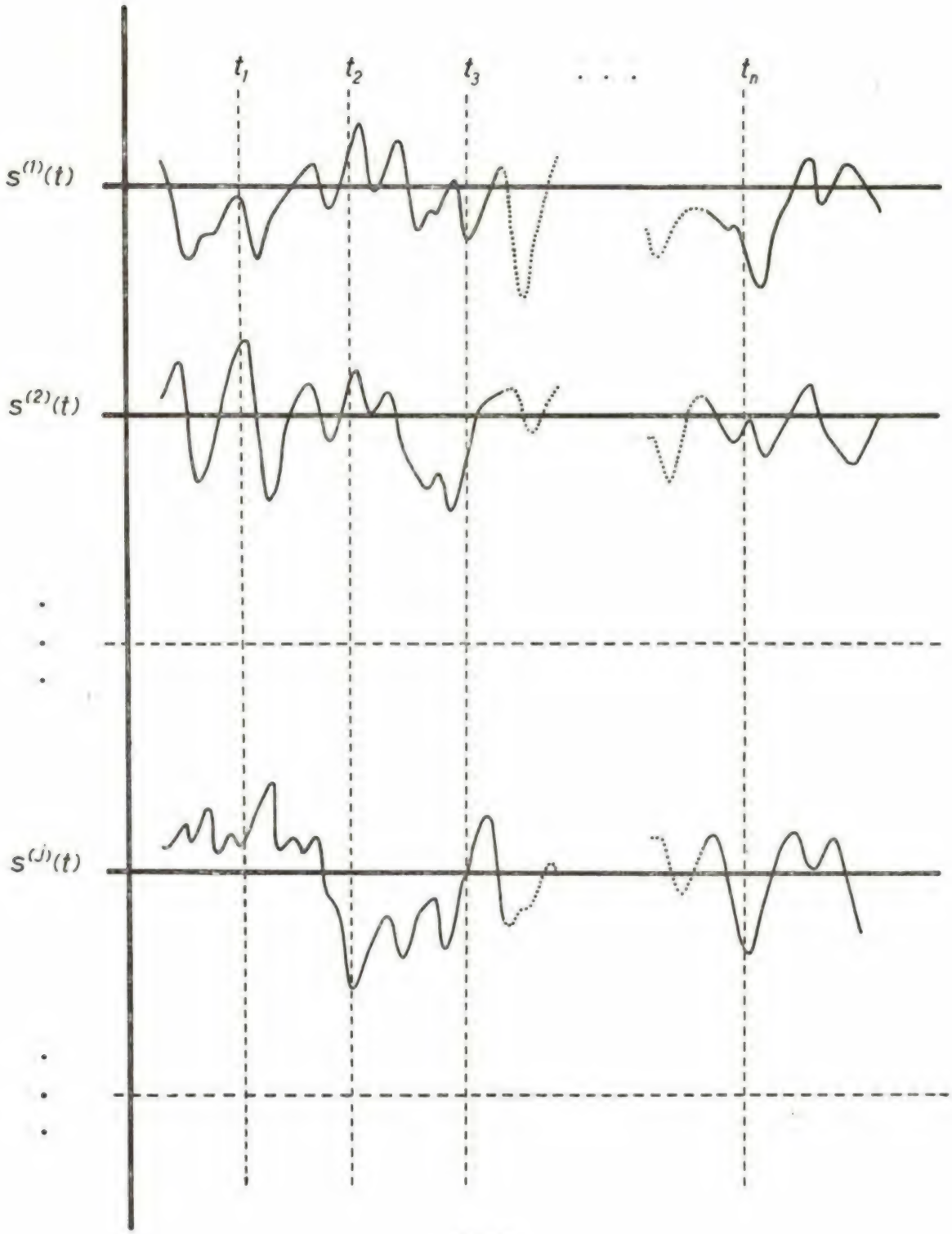


Fig. 7

Teorema do limite central

Se considerarmos n variáveis aleatórias independentes $(x_1\ x_2 \ldots x_n)$ obedecendo às restrições impostas por Liapounoff então quando $n \rightarrow \infty$ a função de distribuição da soma

$$s = \Sigma\, x_i$$

é uma função de distribuição de Gauss:

$$w_1(s) = \left(2\pi\sigma^2\ \varepsilon^{\frac{s-m}{\sigma^2}} \right)^{-1/2}$$

como se conclui a partir da função característica $F(\xi) = \varepsilon^{-\frac{\xi^2}{2}}$.

10.4. Em boa verdade, nos casos físicos de ruído, a função $s^{(i)}(t)$ pode ser encarada como a soma de um grande número de contribuições elementares (possuindo todas elas importâncias relativas da mesma ordem), e então o processo $S = \{ s^{(i)}(f) \}$ é um processo gaussiano.

Resulta daí que nesses processos uma estacionaridade de 2.ª ordem acarreta uma estacionaridade em sentido restrito pois a hierarquia de funções de densidade de probabilidade depende só de w_1 e w_2 através da matriz covariante **K**. Toda a estrutura estatística depende da função covariância, se as médias forem nulas.

10.5. Por outro lado, se o processo gaussiano estacionário também for ergódico, então existe uma relação bem definida entre a autocorrelação e a covariância:

$$\Psi(\tau) = K(\tau) + m^2 \qquad\qquad m = \overline{{}^{E}\, s^{(i)}(t)} = \overline{{}^{T}\, s^{(i)}(t)}$$

E finalmente $K(\tau) = \Psi^{(i)}(\tau)$ em processos estocásticos gaussianos estacionários e ergódicos de médias nulas.

No caso ergódico acima mencionado, *todas* as propriedades estatísticas de um processo gaussiano ficam completamente determinadas pela função de autocorrelação $\Psi^{(i)}(\tau)$ ou pelo espectro de potência $W^{(i)}(f)$ (*) duma função particular do processo $s^{(i)}(t)$. É esta a razão de, por vezes, nos aparecerem processos com as limitações gaussiano, estacionário, ergódico e de médias nulas.

10.6. O carácter gaussiano encontra-se, pois, frequentemente em processos estocásticos que dizem respeito a fenómenos de ruído. Por outro lado o carácter gaussiano introduz tais simplificações no tratamento matemático que mesmo para fenómenos que só aproximadamente se podem considerar gaussianos, se procura regra geral (ainda que a título de 1.ª aproximação), utilizar fórmulas e resultados válidos no caso gaussiano.

BIBLIOGRAFIA

MIDDLETON — Introduction to statistical communication theory — Mc Graw Hill

LANING-BATTIN — Random processes in automatic control — Mc Graw Hill 1956

BLANC-LAPIERRE — Théorie des function aléatoires — Masson — 1953

LOÉVE — Probability theory — Van Nostrand — 1955

WIENER — The Fourier integral and cestain of its applications — Dover — 1933

LEE — Statistical theory of communication — Wiley — 1960

DAVENPORT-ROOT — Random signals and noise — Mc Graw Hill 1958

GOLDMAN — Information theory — Prentice Hall — 1953

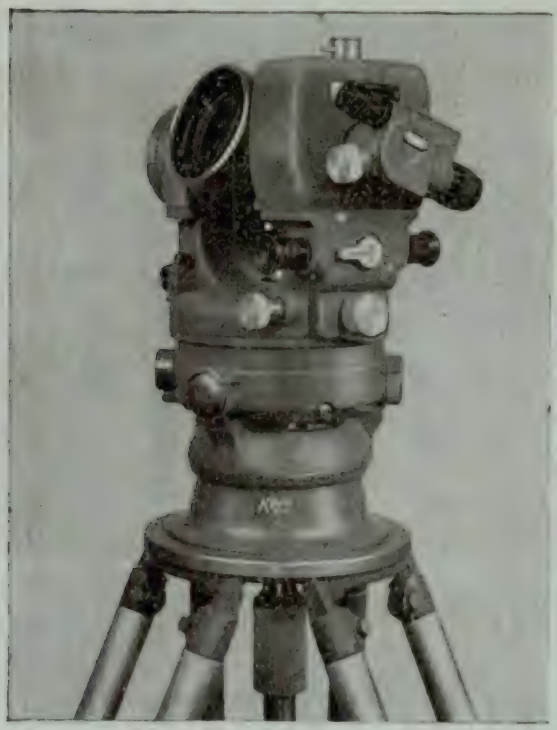
BENNETT — Electrical noise — Mc Graw Hill — 1960

ABREU FARO — Determinação do espectro de potência e da função de autocorrelação a partir de séries no tempo — *Técnica* — Out. 1959

— Bases teóricas para a determinação experimental do espectro de potência — *Técnica* — Out. 1960

REBELO SIMÕES — Determinação do espectro de potência a partir de registos cronológicos — *Técnica* — Mar. 1962.

* Caso em que a evolução do fenómeno é totalmente condicionada pelas condições energéticas.



DKM 3

Grande teodolito de triangulação para trabalhos importantes

Construção moderna: Construção compacta, peso reduzido, óculo de lente espelhada de imagem direita, micrómetro óptico de grande precisão, de leitura clara.
Grande precisão: Leitura directa do círculo 0,5cc/0,5'', estimativa 0,1cc/0,1''.
Emprego múltiplo: Triangulações de 1ª e 2ª ordem, medições de deformação em construções, levantamentos de precisão, determinações astronómicas de azimute, lugar e tempo.

Kern & Co. S. A. Aarau Suiça

Representantes para Portugal:
E. de Azevedo Campos & Cia., Lda
Rua Santo António, 137, Porto
Rua Antero de Quental, 17, Lisboa

Kern SWISS

VOLKSWAGEN

mais de **30.000** em circulação

Portugal 1950 / 1962

SOCIEDADE COMERCIAL GUERIN S.A.R.L.

CÁLCULO DE PÓRTICOS

Método de cálculo simples e rápido, entrando em linha de conta com o deslocamento dos nós

POR

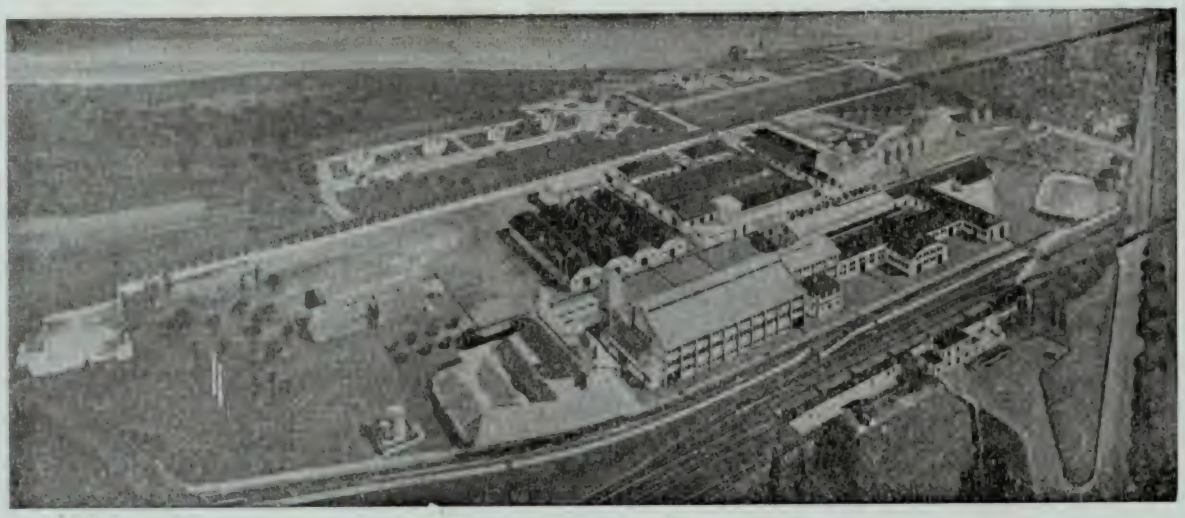
G. KANI

Tradução do Eng.º Aníbal S. A. Vieira

Edição da TÉCNICA

PREÇO 50$00

Desconto aos Assinantes: 10 %



COMPANHIA PORTUGUESA DE FORNOS ELÉCTRICOS

PRODUTORA DE

FERRO GUSA

FERRO LIGAS

FERRO-MANGANÊS

SÍLICO-MANGANÊS

FERRO-SILÍCIOS

15 % - 25 % - 45 % - 75 % - 90 %

CARBONETO DE CÁLCIO

CIANAMIDA CÁLCICA

PASTA PARA ELÉCTRODOS

E EM MONTAGEM

GRAFITE

FÁBRICAS
CANAS DE SENHORIM
Telefone 6 72 22

SEDE
Largo de S. Carlos, 4 - 2.º — LISBOA
Telefones 32 53 43 - 3 55 56 - 36 89 89

BIBLIOTECA
FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

J. M. Viegas Gonçalves, A. Romão Dias J. F. Gomes de Pina, F. G. Knopfli Batoréu, R. Gentil Berger e J. L. F. Sousa Oliveira

---

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por CDU (Classificação Decimal Universal).

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina de 75 × 125 mm.

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita,* independentemente do número de algarismos que o índice contiver, e respeitando a seguinte regra de arrumação dos sinais auxiliares:

+ / n.os simples : [ ] = (01/09) (1/9) (=) " "A/Z — .0 .00

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T.

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro classificado segundo a CDU.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

LIVROS

C. D. U. 627.84/36 : 532.5

Druckwasserschlösser von Wasserkraftanlagen — *Alfred Stucky*

Springer—Verlag, 1962, vol. 1, págs. 181, tomo 1.

Este livro, editado por Springer-Verlag (Berlin/Göttingen/Heidelberg), é a tradução alemã da edição francesa «Chambres d'équilibre» do mesmo autor, contendo pequenos acréscimos e um capítulo inteiramente novo com o estudo de uma chaminé de equilíbrio numa galeria de fuga de uma central subterrânea.

No primeiro capítulo trata-se pormenorizadamente da teoria geral do golpe de aríete e do seu cálculo, tanto por via analítica como pelo método gráfico de Bergeron-Schnyder.

Nos capítulos seguintes procede-se ao estudo geral de chaminés de equilíbrio apresentando diferentes métodos de resolução analisando as diferentes situações resultantes de variações de caudal em vários tipos de chaminés.

O livro termina com a resolução de uma série de casos especiais que ilustram os métodos gerais anteriormente expostos.

C. D. U. 545.2

Análisis Volumétrico — *Dr. Gerhart Jander e Dr. Karl F. Jahr.*

Union Tipográfica Editorial Hispano Americana, 1961, vol. 1, págs. 400.

C. D. U. 669.3 (023)

Copper Data.

C. D. A., 1958, vol 1, tomo 1, págs. 79.

C. D. U. 669.35 : 621.77

The machining of copper and its alloys.

C. D. A., 1957, vol. 1, tomo 1, págs. 118.

C. D. U. 669.356.018.24

Bearing Bronzes.

C. D. A., 1958, vol. 1, tomo 1, págs. 28.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 330.114.2 : 338.98

Crescimento Económico e Política Orçamental — *M. Jacinto Nunes.*

Anais do ISCEF, 1961, vol. 29, n.º 1, pág. 95-177.

C. D. U. 330.115

Funções de Cobb-Douglas e o Progresso Técnico — *B. J. Ferreira Murteira.*

Anais do ISCEF, 1961, vol. 29, n.º 11, pág. 420-528.

C. D. U. 530.17 : 531.7.082.7

Los Métodos Analógicos — *F. Javier Escudero.*

Dyna, 12-960, vol. 35, n.º 12, pág. 896-928.

Aglomerado Negro de Cortiça

...o isolante mundialmente preferido

na construção moderna.

ISOLAMENTOS

TÉRMICOS · ACÚSTICOS E VIBRÁTICOS

ISOLA

SOC. COM. de ISOLAMENTOS de CORTIÇA, LDA.
Av. António Augusto de Aguiar, 17 - Lisboa
TEL: 47824-41697

GUIA DE ANÁLISE QUÍMICA DAS ÁGUAS
pelo Prof. Herculano de Carvalho
Preço 90$00

Tabelas para o Cálculo de Betão Armado
por Fernando Vasco Costa
4.ª edição revista e aumentada pelo autor e por João d'Arga e Lima
Preço 140$00

TOPOGRAFIA GERAL
pelo Eng.º A. C. Xerez
1.º Volume — 2.ª edição revista e aumentada
Preço de cada volume 150$00

MANUAL DE HIDRÁULICA
pelo Eng.º Armando C. Lencastre
Preço 150$00

Dicionário de Unidades e Tabelas de Conversão
Pelo Eng.º Vasco Costa e Osvaldo Francês
Preço 35$00

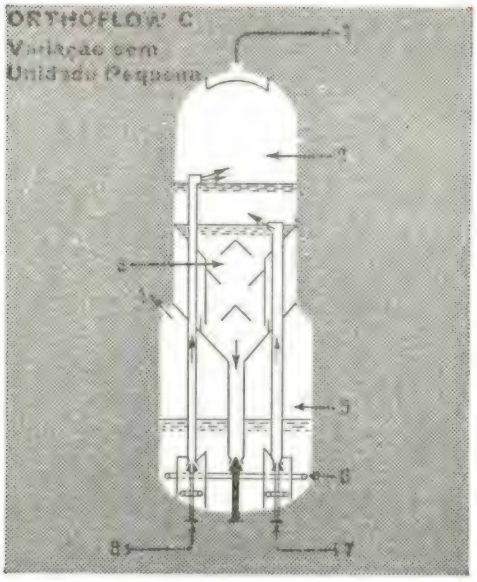
Pedidos à "Técnica"
Desconto: 10 % aos assinantes

Avanço na Refinação do Petróleo

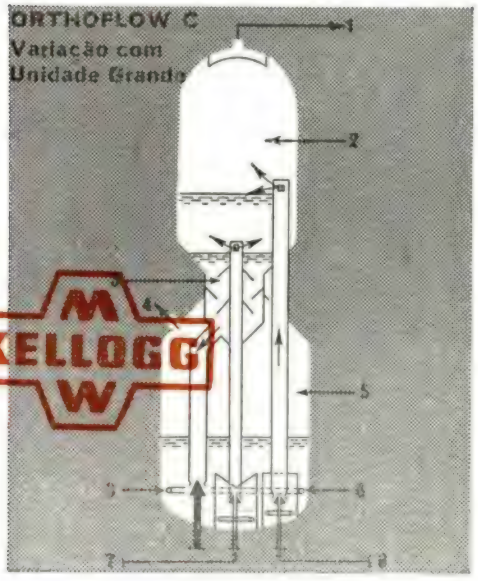
UM NOVO MODELO DE FRACTOR A CATALIZADOR FLUIDO—ORTHOFLOW (R) TIPO C

Já a funcionar comercialmente em três instalações, o novo modelo de Fracção a Catalizador Fluido Orthoflow «Tipo C», prova uma vez mais a superioridade da Kellogg em problemas de refinação do petróleo. Este novo modelo constitui a terceira geração de Fractores Catalíticos Orthoflow desenvolvidos e patenteados pela Kellogg.

PELA KELLOGG



1. Efluente Reactor
2. Separador do Reactor
3. Eliminador
4. Gás do Fluxo
5. Regenerador
6. Ar
7. Óleo de Reciclo
8. Admissão de ar



O novo modelo «Tipo C» oferece, significantemente melhorada», uma distribuição do produto e uma flexibilidade operacional, em relação aos bem conhecidos modelos «Tipo A» e «Tipo B», não obstante um reduzido emprego de capital e de ingredientes, mediante o qual são obtidas. O modelo «Tipo C» apresenta fracção selectiva de alimentação e reciclo a fim de produzir menores quantidades de gás e coque, e maiores libertações de produtos líquidos desejáveis, ao mesmo tempo que retém as vantagens de operação e manutenção de todos os modelos Orthoflow: fluxo do catalizador por via directa entre reactor e regenerador, e uso de válvulas de bujão. Os melhoramentos na distribuição do produto neste modelo provêm de: (1) uso de uma temperatura de linha de transferência ao melhor ponto para conversão de alimentação de ar, e (2) rápida separação entre catalizador e efluente no sistema de transferência. A flexibilidade operacional é proporcionada pela capacidade do modelo «Tipo C» de operar ao longo de ampla gama de conversões e variações e reservas de alimentação. Por exemplo, esta última pode fazer-se com óleos de gás atmosférico e vacuum, óleos de gás quebra-viscosidade e coque, óleo descarbonado e em certos casos, petróleo bruto reduzido.

Para operações no Hemisfério Oriental, o fractor a catalizador fluido Orthoflow pode destinar-se a baixa conversão em distilações e resíduos resinosos para produzir comparativamente baixas quantidades de gasolina e elevadas libertações de óleos de gás catalizador. Este processo bem pode vir a constituir solução para o problema das modernas resinas em bruto.

A Corporação Internacional Kellogg receberá com agrado todos os inquéritos. Para mais pormenores acerca do Fractor a Catalizador Fluido Orthoflow C, será enviado contra pedido o folheto «Fracção a Catalizador Fluido — Terceira Geração».

KELLOGG

Kellogg International Corporation

KELLOGG HOUSE . 62-72 CHILTERN ST . BAKER ST . LONDRES W1

Subsidiária de **THE M. W. KELLOGG COMPANY** NOVA IORQUE

Administrações de outras Companhias Kellogg em

Buenos Aires · Caracas · Düsseldorf · Paris · Rio de Janeiro · Toronto

C. D. U. 530.19

Quelques comparaisons à l'expérience d'une théorie unitaire d'Univers — *J. Charon.*

Industries Atomiques, 1960, n.° 3-4, pág. 83-94.

C. D. U. 543.42

Pasado, presente y futuro de la espectroscopia infra roja — *Juana Bellanato.*

Ion, 2-962, vol. 22, n.° 247, pág. 82-96.

3-962, vol. 22, n.° 248, pág. 151-155.

C. D. U. 545.284 : 669

La microsonde de castaing dans la recherche métallurgique — *J. Philibert.*

Revue du Nickel, 1,2 691, vol. 27, n.° 1, pág. 10-14.

C. D. U. 545.33.083

Some studies of the performance of the K. 1000 Cathods Ray Polarograph and associated anodic conversion unit — *J. O. Howden e G. F. Reynolds.*

Metallurgia, 5-961, vol. 63, n.° 379, pág. 253-260.

C. D. U. 621.039.516.4

Neutron flux flattening in thermal reactors — *Liljeblad, R.*

Asea Research 7, pág. 99-110. Västeras, Sweden, 1962

C. D. U. 621.039.517.5

Temperature transients of the outlet water of a fuel element in a D_2O-cooled reactor — *Rydén, O.*

Asea Research 7, pág. 211-220. Västeras, Sweden, 1962.

C. D. U. 621.165 : 536.453

El desarrollo de las turbinas de alta temperatura de la AEG — *K. Steinack, F. Veenhoff.*

La AEG al día, 1961, n.° 1, pág. 37-60.

C. D. U. 621.165 : 621.311.22

La turbina de vapor en la economia industrial del calor y de la energia — *H. Panzer.*

La AEG al día, 1961, n.° 1, pág. 13-26.

C. D. U. 621.165 : 621.438
621.438 : 621.165

Contribution à la technique de l'emploi combiné des turbines a vapeur et à gaz — *Seippel C. et R. Bereuter.*

Rev. Brown Boveri, t.47 (1960), n.° 12, pág. 783-799; 8 fig., 6 tabl., 16 ref. bibliog.

C. D. U. 621.165-169.018

Turbinas de condensación de gran potência AEG — *H. Panzer.*

La AEG al día, 1961, n.° 1, pág. 1-12.

C. D. U. 621.209.3

Hydroenergetishe Berechnung der Gezeitenkraftwerke — *Dorin Pavel.*

Buletinul, I P.B., 1959, vol. 221, n.° pág. 45-73.

C. D. U. 621.22.001

Réglages et exploitation de la plaque tournante de Grenoble — *G. Chabert d'Hières.*

La Houille Blanche n.° 2, 1962, pág. 244-254.

C. D. U. 621.224.001.2

Classification des cycles d'une usine marémotrice — *M. Caseau.*

La Houille Blanche n.° 2, 1962, pág. 276-283.

C. D. U. 621.311. (46)

Producion y Distribucion de Energia Electrica — *F. Yagüe Moreno.*

Anales de Mecanica y Electricidad, 11/12-59, vol. 36, n.° 6, pág. 321-352.

C. D. U. 621.311.1 : 31 (4)

La Statistique de l'autoproduction et de la consummation industrielles d'énergie électrique en Europe Occidentale en 1960.

Energie, 10 12-961, n.° 157, pág. 173-182.

C. D. U. 621.313.32.013.62

Contribution à la théorie de l'autoexcitation des machines synchrones — *Crastan V.*

Rev. Brown Boveri, t. 49 (1962), n.° 3-4, pág. 80-84; 21 fig., 6 ref. bibliog.

C. D. U. 621.313.32.016.351

Recherches théoriques sur la stabilité statique des machines synchrones — *Glavitsch J.*

Rev. Brown Boveri, t. 49 (1962), n.° 3-4, pág. 95-104; 12 fig, 8 ref. bibliog.

C. D. U. 621.314.632 : 546.28

La struture des installations de redresseurs au silicium — *Ruckstuhl, H.*

Rev. Brown Boveri, t. 48 (1961), n.° 3-4, pág. 240-243; 3 figuras.

C. D. U. 621.314.632 : 546.28

L'établissement de projets d'installations de redresseurs au silicium — *Rollig, K.*

Rev. Brown Boveri, t. 48 (1961), n.° 3-4, pág. 193-208; 21 fig., 1 tabl., 3 ref. bibliog.

C. D. U. 621.315.051.024.027.3

High-voltage direct-current transmission — *F. J. Lane.*

Journal of IEE, 3-62, vol. 8, n.° 87, pág. 144-147.

C. D. U. 621.315.052.63

Transistorized SSB Powerline Carrier Equipments for Telephony and Telemetry — *Rudolf Feil, Kurt Gutwill.*

Siemens Review, 1962, vol. 29, n.° 10, pág. 338-34.2

UM ÓLEO INTEIRAMENTE *NOVO* ESTUDADO PELA BP
PARA COMODIDADE DOS AUTOMOBILISTAS

DUPLICA O PERÍODO ENTRE MUDANÇAS DE ÓLEO
NO MÁXIMO DE UM ANO OU 15.000 QUILÔMETROS

C. D. U. 621.315.62.027.8

Long-rod Insulators for High-voltage overhead Lines — *Theodor Wittenzellner.*
Siemens Review, 1962, vol. 29, n.° 3, pág. 99-99.

C. D. U. 621.315.66.003.1

Designing Overhead-line Structures Economically — *Walter Bückner.*
Siemens Review, 1962, vol. 29, n.° 9, pág. 305-311.

C. D. U. 621.317.326

Détection des pointes de tension et de courant dans les réseaux de distribution — *Viktor Hofmann.*
Revue Siemens 18 (1960), pág. 87-88; 3 figuras.

C. D. U. 621.317.331.028.3

Measurement of very high electrical resistance — *G. Hitchcox.*
Journal IEE, 1-963, vol. 9, pág. 7-9.

C. D. U. 621.335 : 625.33

Véhicules moteurs pour chemins de fer à crémaillère — *Filipovie Z.*
Rev. Brown Boveri, t. 47 (1960), n.° 9, pág. 610 646, 6 fig., 3 ref. bibliog.

C. D. U. 621.34 : 676.2.052 : 621.53

El accionamiento polimotor para máquinas papeleras — *Gert Steulmann.*
AEG al día, 3-959, n.° 3, pág. 228-236.

C. D. U. 621.34:676.2.052 : 621.53 : 681

Problemas de regulación en el accionamiento polimotor para máquinas papeleras — *H. J. Bederke.*
AEG al día, 3-959, n.° 3, pág. 236-242.

C. D. U. 621.374.4 : 621.375 : 621.397.61.029.63

HF — Leistungsstufen für Fernsehsender in Frequenzbereich 470-190 MHz — *H. Neumann, H. Wagenlechner.*
SEL Nachrichten, 1962, vol. 10, n.° 2, pág. 85-91.

C. D. U. 621.375 : 621.395.001.6

Fifty Years of Siemens Amplifier Technology — *Heinrich Nottebrock.*
Siemens Review 28 (1961), pág. 324-329.

C. D. U. 621.382.2 : 546.28

Le contrôle des diodes au silicium et résultats d'exploitation de redresseurs Brown Boveri à semiconducteurs — *Blatter, H.*
Rev. Brown Boveri, t. 48 (1961), n.° 3-4, pág. 244-254. 10 fig., 1 ref. bibliog.

C. D. U. 621.384.6

Quelques aspects originaux du principe et de la construction du synchrotron à protons de 29 Gev du CERN — *R. Gabillard.*
Industries Atomiques, 1960, vol. 4, n.° 3-4, pág. 49-50;

C. D. U. 621.384 832 : 544.67 : 545.827

Analysis of Trace Impurities by Spark Source Mass Spectrometry — *Brown, R; Craig, R. D; James, J. A.; Wilson, C. M.*
AEI Engineering, 11-961, vol. 1, n.° 11, pág. 407-413.

C. D. U. 621.385.832 : 621.397

A Flat Television Tube — *D. Gabor.*
Journal IEE, 11-58, vol. 4, n.° 37, pág. 609.

C. D. U. 621.394.324 : 621.38

ELMUX 2/4 D 7 — an Electronic ARQ Multiplex Telegraph System — *Hans Rudolph and Karlheinz Bochmann.*
Siemens Review 28, (1960), pág. 9-14; 6 figuras.

C. D. U. 621.395.344 : 621.395.37

Registers in Long-Distance-Dialling — *H. Plitschka and B. Krause.*
SEL-Nachr. 9 (1961) n.° 1, pág. 27-34.

C. D. U. 621.395.61/62

Los teléfonos autogeneradores — *F. J. Escudero, A. G. Gudal.*
Dyna, 1-963, vol. 38, n.° 1, pág. 3-8.

C. D. U. 621.395.636.3

ESK Translator for Direct Distance Dialing — *Villmann, Walter.*
Siemens Review, 11-961, vol. 38, n.° 11, pág. 362-363.

C. D. U. 621.395.658

240 — Line Fully Electronic Telephone Switchboard — *G. Goudet.*
Electrical Communications, 1960, vol. 36, n.° 3, pág. 162-179.

C. D. U. 621.395.66

Destination Factor and Traffic Flow Measuring Equipment for Dial Offices and Networks — *Karl-Wilhelm Schönberger.*
Siemens Review 28 (1961), pág. 398-402; 4 fig., bibliog.

C. D. U. 621.396.967 (282.243.22) : 621.315.28

Alimentation en courant électrique des tours de radar à l'embouchure de la Weser — *Harry Drangeid et Gerhard Wiechmann.*
Revue Simens 18 (1960), pág. 198-201; 7 figuras.

C. D. U. 621.396.969 : 656.225 (424.3)

Automatic Control Equipment at Margam Manshalling Yard — *R. M. Foulkes.*
AEI, 6-961, vol. 1, n.° 6, pág. 228-234.

C. D. U. 621.398 : 654.93

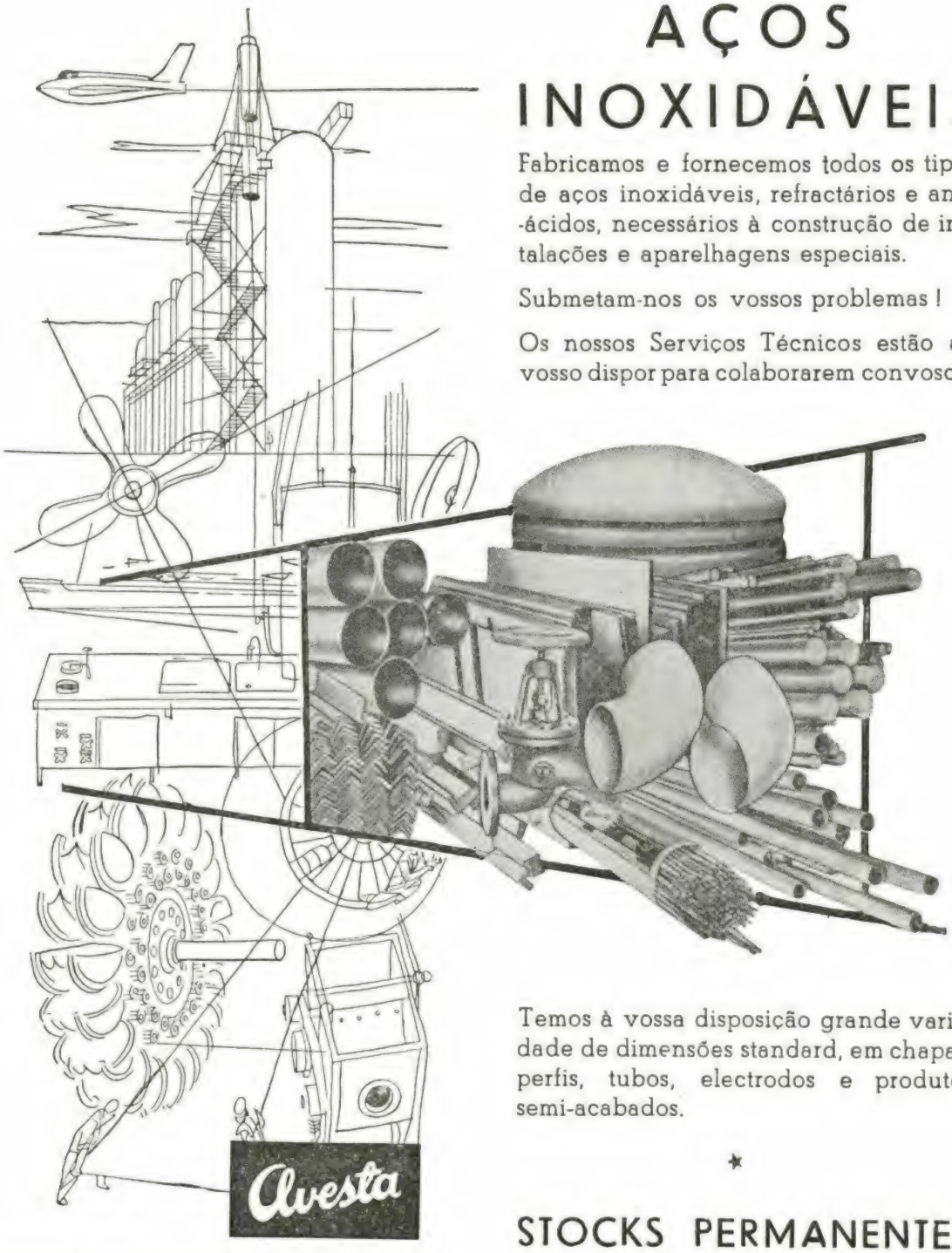
Nouveau récepteur de télécommande à fréquence sonore — *Walter Henning.*
Revue Siemens 18 (1960), pág. 215-217; 2 figuras.

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco.



Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

★

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 47961 — 47993 — 47997

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 54666

C. D. U. 621.515-83
621.615-83

Equipements d'entraînement de soufflantes et de compresseurs avec réglage, système Scherbius — *Rauhut P.*

Rev. Brown Boveri, t. 47 (1960), n.° 12, pág. 860-867, 9 figuras.

C. D. U. 621-52 : 621.314.65 : 621.34

Técnica del mando y de la regulación de los accionamientos reversibles alimentados por rectificadores — *J. Foerster, H. F. Steinmuller.*

La AEG al día, 1959, n.° 4, pág. 308-317.

C. D. U. 621.785.6

Temple oxiacetilénico — *E. Trillos S. Riuas.*

Revista Industrial y Fabril, vol. 14-7, n.° 154, pág. 380-384.

C. D. U. 621.794 : 620.197

A mélioration de la tenue à la corrosion des dépôts électrolytiques décoratifs — *D. M. Bigge.*

Revue du Nickel, 9-10-960, vol. 26, n.° 5, pág. 117-123.

C. D. U. 621.876.32

The escalators on the Stockholm Underground Railway — *Ulfward, B.*

Asea Journal 34 (1961), pág. 3-8.

C. D. U. 621.88

L'automation dans les ateliers de construction.

Acier-Stahl-Steel, 1961, n.° 11, pág. 477-488.

C. D. U. 622.785 : 621.3

Electrical Equipment for a Modern Sinter Plant — *R. G. Rayden.*

AEI Engineering, 5-6-962, vol. 2, n.° 3, pág. 139-144.

C. D. U. 624.04

Sistemas hiperestáticos planos. Lineas de influência — *Rodolfo F. Martoccia.*

Ciencia y Técnica, 7-8-961, vol. 130, n.° 655, pág. 178-187.

C. D. U. 624.04.5

Designand calculation of constructions : safety factors.

Building research and documentation — CIB, 1961, pág. 47-124.

C. D. U. 624.041

Resolucion de estructuras reticuladas planas por una analogia electrica — *Carlos Laffitte Mesa.*

Obras Públicas, 7-1961, n.° 2955, pág. 525-534.

C. D. U. 624.042.3.023.8

Un problème de repártion d'efforts par les contreventements d'une charpente métallique de hall — *Jiri Novotny.*

Acier-Stahl-Steel, 1960, n.° 2, pág. 61-67.

C. D. U. 624.075

Pandeo de piezas considerando la deformación por arrastre de su material — *A. Motilla Martin.*

Dyna, 9-962, n.° 9, pág. 489.

C. D. U. 624.6.012.3

A montagem do cimbre da ponte da Arrábida — *J. C. Araújo Sobreira.*

Boletim da Ordem dos Engenheiros, 7-8-962, pág. 221-235.

C. D. U. 625.1 (46)

Los Ferrocarriles em España de 1908 a 1958 — *J. L. Millaruelo.*

Anales de Mecanica y Electricidad, 11-12-959, vol. 26, pág. 464-484.

C. D. U. 625.23 : 628.8

Equipements de conditionnement d'air pour voitures de chemins de fer — *Thomann F.*

Rev. Brown Boveri, t. 47 (1960), n.° 9, pag. 633-639, 4 figuras.

C. D. U. 627.82.04.001.57

Métodos e materiais para o estudo em modelos, das tensões devidas ao peso próprio em barragens — *Laginha Serafim — J. Poole da Costa.*

Memória n.° 164 — LNEC, 1960.

C. D. U. 627.82.042.5

Aspectos do problema térmico das barragens — *Eng C. Gomes Fernandes.*

Catec, 1962, n.° 7, pág. 38-58.

C. D. U. 628.977

Visione ed illuminazione negli ambienti di lavoro — *Eleuterio Boganelli.*

Studi sur Lavor, 3-962, n.° 18, pág. 31-39.

C. D. U. 629.35.71.24

Automatic depth control of submarines — *Garde, A. and Persson, E.*

Asea Journal 33 (1960) : 4-5, pág. 65-70.

C. D. U. 621.54.002.71 : 655.5

Installations de poste pneumatique des établissements Neckermann — *Georg Tischer.*

Revue Siemens 19 (1961), pág. 354-356.

C. D. U. 656.212.5

La mesure de la vitesse des wagons dans les triages par le procédé de la réflexion à haute fréquence continue pour commander les freins de voie — *Dipl.-Ing. Rudolf Witting.*

Bulletin de l'A. T. des Chemins de Fer, 3-1961, vol. 38, n.° 3, pág. 213-221.

Sumários dos artigos publicados na Técnica n.º 325

Ano XXXVIII Fevereiro 1963

J. N. Ferreira Dias J.or — CDU 378.129.4

Saudação

Técnica 325 — XXXVIII — 2. 1963 pág. 299-300.

Ao comemorar o 50.º aniversário da fundação do Instituto Superior Técnico, o Autor, um dos seus primeiros alunos, relembra a sua experiência como estudante e faz notar a importância deste Instituto no desenvolvimento verificado no País, nos últimos 50 anos.

J. J. Delgado Domingos — CDU 536.21.001

Condução do Calor em Sólidos em Regime Variável

Técnica 325 — XXXVIII — 2. 1963 pág. 309-321. — bibliografia.

Numa sucinta introdução procura-se definir correctamente o problema da condução do calor em sólidos invocando a Termodinâmica dos Processos Irreversíveis. Expõe-se seguidamente o método de separação de variáveis de que se faz um resumo crítico relativo às vantagens e limitações na sua utilização.

A. Gouvêa Portela — CDU 517.513 : 512.831

Formas Matriciais em Problemas de Extremos

Técnica 325 — XXXVIII — 2. 1963 pág. 301-305.

Expõem-se formas matriciais de ordem superior à 2.ª e a sua utilização em problemas de extremos. Estabelecem-se as condições de suficiência.

A. Gomes Cerveira — CDU 621 39 : 517.56

Introdução aos Processos Estocásticos

Técnica 325 — XXXVIII — 2. 1963 pág. 349-376 — bibliografia.

O Autor faz uma síntese dos processos estocásticos, dedicando especial interesse à noção de espectro de potência e ao teorema de Wiener-Kintchine, quer no caso geral da não estacionaridade, quer seguidamente nos casos particulares dos processos estocásticos, dos processos ergódicos e dos processos gaussianos.

A. Herculano de Carvalho
C. Moura Pulido — CDU 553.76 (469)

Água Fortemente Radioactiva do Sul de Portugal Continental

Técnica 325 — XXXVIII — 2. 1963 pág. 307-308.

Assinala-se pela primeira vez uma água do Sul de Portugal Continental excepcionalmente rica em radão, com teor relativamente elevado em rádio e principalmente em urânio.

Úlpio Nascimento — CDU 624.138

Notas Sobre a Estabilização de Solos

Técnica 325 — XXXVIII — 2. 1963 pág. 323-346.

Neste artigo são expostos os seguintes pontos:

I — Generalidades sobre estabilização de terrenos; 1 — Economia; 2 — estudos, ensaios e projectos.

II — Estabilização mecânica: 1 — Especificações; 2 — projecto de uma estabilização mecânica; 3 — o caso das laterites.

III — Estabilização com cimento: 1 — Especificações; 2 — projecto de uma estabilização com cimento.

IV — Estabilização com betume: 1 — Especificações; 2 — projecto de uma estabilização com betume.

V — Outros tipos de estabilização: 1 — Estabilização com cal; 2 — estabilização com resinas.

VI — Construção: 1 — Métodos de construção; 2 — exemplos.

Summaries of articles published in «Técnica» No. 325

XXXVIII — 2. 1963

J. J. Delgado Domingos — UDC 536.21.001

Heat Conduction in Solids in Variable State

Técnica No. 325 — XXXVIII — 2. 1963 pp 309 to 321 — bibliography.

The heat conduction in solids is treated in a brief introduction, in the scop of Irreversible Thermodynamics. Separation of variables method is then exposed, and its advantages and limitations discussed.

J. N. Ferreira Dias J.or — UDC 378.129.4

Salutation

Técnica No. 325 — XXXVIII — 2. 1963 pp 299 to 300.

In the 50th year of Instituto Superior Técnico's foundation, the Author, one of its first students, remembers his experience as pupil and raises theimportance of this School on the Nation's development in last fifty years.

A. Gomes Cerveira — UDC 621.39 : 517.56

Introduction to Stocastic Processes

Técnica No. 325 — XXXVIII — 2. 1963 pp 349 to 376.

The Author does a synthesis of the stocastic processes. He was mostly interested in the notion of power spectrum and in the Wiener-Kintchine's theorem, either in the general case of no-stationary process, or in the particular cases of stationary process, ergodic process and gaussian process.

A. Gouvêa Portela — UDC 517.513 : 512.831

Matricial Forms in Problems of Extremes

Técnica No. 325 — XXXVIII — 2. 1963 pp 301 to 305.

Matricial forms with orders above the second and utilization in problems of extremes are exposed. Establishment of suficient conditions.

Úlpio Nascimento — UDC 624.138

Notes on Soil Stabilization

Técnica No. 325 — XXXVIII — 1. 1963 pp 323 to 346.

Are exposed in this article the following points:

I — Generals on soil stabilization: 1 — Economic questions; 2 — studies, tests and design.

II — Mechanical stabilization: 1 — Specifications; 2 — plan of a mechanical stabilization; 3 — the case of laterites.

III — Cement stabilization: 1 — Specifications; 2 — plan of a cement stabilization.

VI — Bitumen stabilization: 1 — Specifications; 2 — plan of a bitumen stabilization.

V — Other types of stabilization: 1 — Stabilization with lime; 2 — stabilization with resins.

VI — Construction; 1 — Construction methods; 2 — instances of aplication.

A. Herculano de Carvalho — UDC 573.76 (469)
C. Moura Pulido

Highly Radioactive Natural Water in the South of Portugal

Técnica No. 325 — XXXVIII — 2. 1963 pp. 307 to 308.

A natural water with high radon and relatively high radium and uranium contents is for the first time noticed in the South of Portugal.

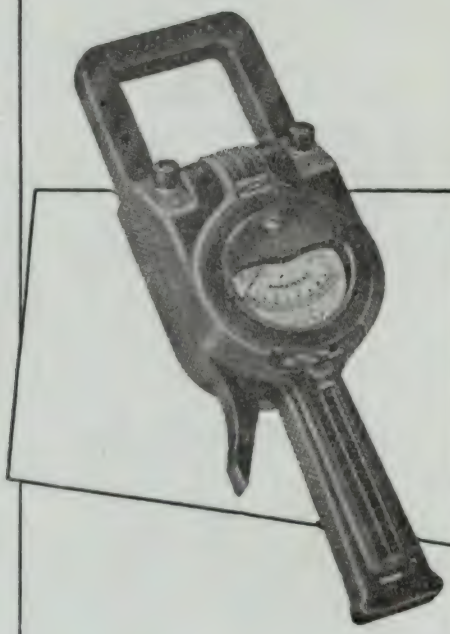
NAS OBRAS DE RESPONSABILIDADE
EMPREGUE

CIMENTO LIZ

FÁBRICA EM
MACEIRA-LIZ

ADMINISTRAÇÃO
EM LISBOA

PINÇAS FERRANTI



PINÇAS VOLT—AMPERIMÉTRICAS

7 ESCALAS

EM AMPÈRES	EM VOLTS
0 – 10 AMPS.	0 – 150 V
0 – 25 »	0 – 600 »
0 – 100 »	
0 – 250 »	
0 – 1000 »	

PINÇA WATTIMÉTRICA

7 ESCALAS

0 – 3 KW
0 – 6 »
0 – 12 »
0 – 30 »
0 – 60 »
0 – 120 »
0 – 300 »

REPRESENTANTES:

C. SANTOS LDA.

29, AVENIDA DA LIBERDADE, 41 — LISBOA

DIVISÃO MARÍTIMA E INDUSTRIAL
AVENIDA DA LIBERDADE, 29-41 — LISBOA
160, RUA STA. CATARINA, 168 — PORTO

Polyken®

EXPERIENCED IN MODERN PROTECTIVE COATING

moderno revestimento anticorrosivo

para todos os diametros de tubagem

213

Representantes:

SOC. COMERCIAL LUSO ITALIANA. LDA

Av. Fontes Pereira de Melo
15-2º Lisboa telef. 538980 538989

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA

S.A.R.L.

FABRICANTE DE ISOLADORES PARA EQUIPAMENTO DE SUB-ESTAÇÕES TRANSFORMADORES E DE LINHAS DE TRANSPORTE DE ENERGIA EM ALTA TENSÃO

fabrica igualmente

- isoladores de baixa tensão
- pequena aparelhagem eléctrica em baquelite e porcelana
- tubo plástico "Polivoll" para protecção de condutores
- material em refractário especial para aparelhos de aquecimento

DANIEL VIDAL

SEDE L. BARÃO DE QUINTELA, 3-1.º LISBOA
FÁBRICA-GANDAL-VILA NOVA DE GAIA

EC 61·1

SONDAGENS RÓDIO, L.DA

LISBOA

RUA DE S BENTO, 644-3.º

Telefones: 867165/6/7 ✦ Telegramas: SETANSOL

RÓDIO

SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
ESTACAS GUNITA
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS
CONGELAÇÃO DO TERRENO
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ABAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA

—//—

Engenheiro Chefe: **Walter Weyermann**

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

■ ■ ■

SERRALHARIAS,

CALDEIRARIA,

FERRARIA,

FUNDIÇÕES

■ ■ ■

ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 86 19 72

Material para manuseamento de cargas

EMPILHADORES 1 a 50 t

TRACTORES INDUSTRIAIS

Eléctricos e Diesel

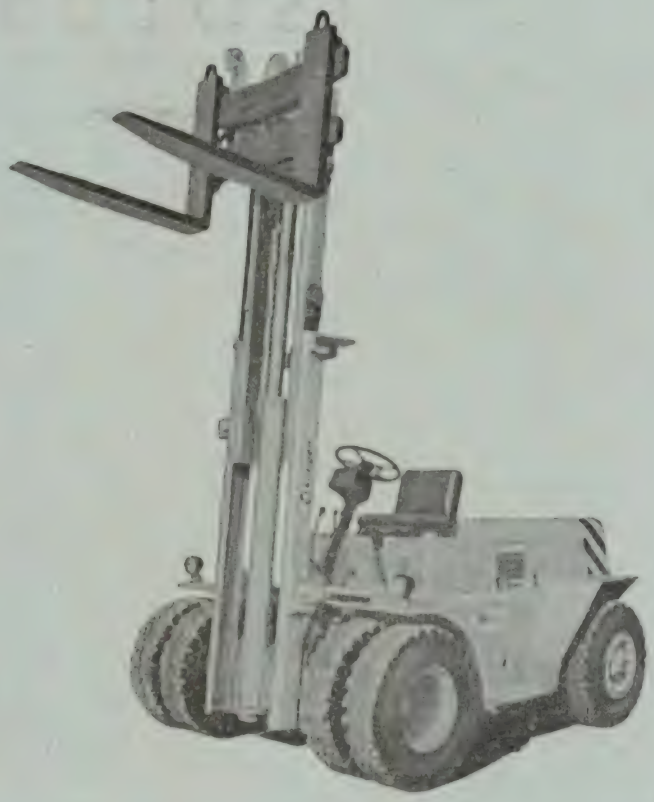
Alguns modelos para entrega imediata

•

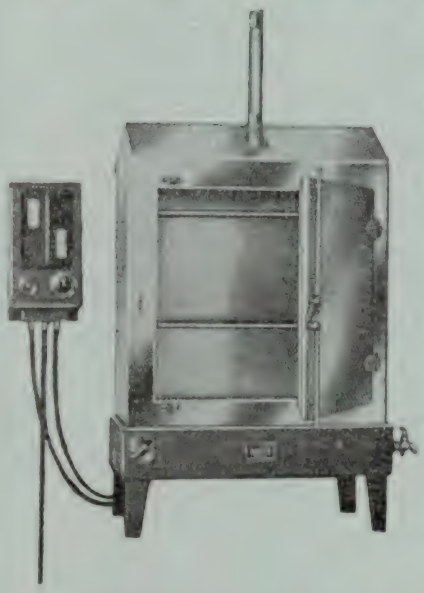
SANFER, L.DA

Rua S. Julião, 41-1.º

Telefone 32 60 89 LISBOA



ESTUFAS SUECAS DE ALTA QUALIDADE PARA



- Secagem
- Vácuo
- Esterilização
- Incubação
- Humidificação

Entregas imediatas nos

Representantes exclusivos:

MONTERROSO & C.A, L.DA

Porto
R. do Campo Alegre, 606
Telef. 6 48 95

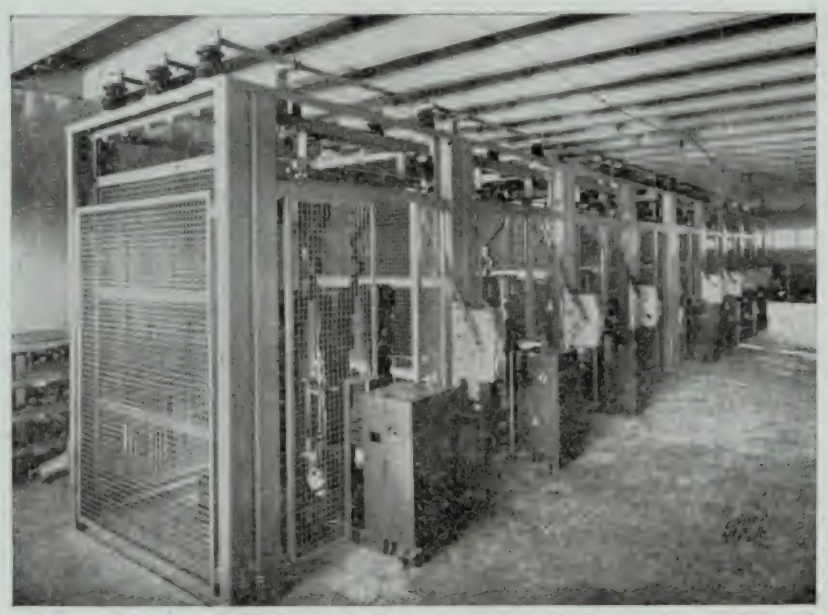
Lisboa
Av. Miguel Bombarda, 59-B
Telef. 55 36 76

ISOLUX L.DA

ESTUDOS E INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Porto
R. de Sá da Bandeira, 651-4.º
Tel. 2 70 13

Lisboa
R. de Gonçalves Crespo, 33-3.º
Tel. 5 27 41



CELAS ABERTAS DE ALTA TENSÃO

Projectos e instalações eléctricas de:

Centrais

Subestações

Postos de Transformação

Fábricas

Edifícios públicos

Blocos residenciais

OFICINAS E LABORATÓRIOS
DO
INSTITUTO SUPERIOR TECNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

LISTA CLASSIFICADA DE ANÚNCIOS

Neste número continua a «Técnica» a sua secção de publicidade — a *lista classificada de anúncios* — destinada a facilitar a procura por parte dos clientes.

Estas páginas amarelas ficam abertas aos nossos leitores, que nelas podem anunciar a sua firma e endereço, ao preço de 50$00 por número. Quanto aos nossos anunciantes, é com muito gosto que lhes concedemos grátis a inscrição na lista.

AUTOMÓVEIS

— **Austin — J. J. Gonçalves, Sucr.**
R. Alexandre Herculano, 4 — Lisboa

— **Volkswagen — Soc. Comercial Guérin**
Av. da Liberdade, 12

CONSTRUÇÃO CIVIL

CONSTRUTORES CIVIS

— **Agro-Mecânica**
R. Rodrigo da Fonseca — Lisboa

— **Construções Técnicas, Ld.ª**
Pr. do Município, 13-3.º — Lisboa — Tel. 36 65 09.

— **Soc. de Construções Amadeu Gaudêncio**
R. Alexandre Braga, 4 A — Lisboa 1
Tel. 4 31 91 — 4 31 92 — 4 31 93.

— **Soc. de Pré-Fabricação e Obras Gerais Novobra**
Av. Estados Unidos da América, Lote 3, 5.º D. — Telef. 77 48 32 / 76 64 46 — Lisboa 5

ESCAVADORAS

— **Guedes & Almeida**
R. de S. Nicolau, 71-4.º — Tel. 2 50 80 — Lisboa.

— **Monteiro Gomes, Limitada**
Rua Cascais, 47 (Alcântara) — Lisboa.

— **PROMEC — Sociedade Comercial de Máquinas e Equipamentos**
Av. Duque de Loulé, 75-6.º E. — Lisboa — Telefones: 73 34 63/73 35 81/73 36 14.

— **Soc. Técnica de Equipamentos e Tractores, Ld.ª**
Prior Velho — Sacavém — Tel. 2 51 00 01/4.

— **SMEIA**
Av. Padre Manuel da Nobrega, 8-B-1.º

ESTORES

— **Estores Sunway**
Avenida General Roçadas, 98-C e D — Lisboa — Tel. 83 54 35

— **NACO SUN SASH — Janelas de lâminas articuladas — ECOMAR**
R. de S. Julião, 62-2.º

FUNDAÇÕES

— **Empresa de Sondagem e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª.**
Pr. da Figueira, 18, 3.º — Lisboa — Tel. 36 27 95.

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
Pr. da Figueira, 18-3.º Esq. — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques

— **Sociedade Construtora Portuguesa, Ld.ª**
Praça do Areeiro, 9-4.º E. — Lisboa 1 — Tel. 72 60 61 e 72 99 11.

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 55 38 73 — 5 95 62 — 73 35 45.

IMPERMEABILIZAÇÃO

— **Anselmo de Matos**
Av. Almirante de Reis, 179, r/c — Lisboa 1 — Telef. 4 64 39.

— **Empresa de Produtos Asfálticos**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56.

— **Orlando Fernandes**
Rua Palmira, 46-A-B-C — Lisboa 1 — Tel. 83 01 63 e 84 26 39.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Emílio de Azevedo Campos, Ld.ª — Kern**
R. Antero de Quental, 17

— **Papelaria Fernandes — S.A.R.L.**
L. do Rato, 13 — Lisboa — Tel. 68 21 31/39.
R. do Ouro, 145 — Lisboa — Telef. 2 83 61 e 2 60 66

— **Pimentel & Casquilho**
R. Jardim do Regedor, 24, 2.º
Lisboa-2 — Tel. 32 43 14 — 32 42 48.

— **Wild Portugal, Ld.ª**
Praça das Águas Livres, 8, s/l 6 — Lisboa 2 — Tel. 68 11 27.

ISOLAMENTO ACÚSTICO

— **Isola**
Av. António Augusto de Aguiar, 17 — Lisboa — Tel. 4 78 24 - 4 16 97.

ISOLAMENTO TÉRMICO

— **SETH, Ld.ª**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56.

MOBILIÁRO

— **Fábrica Portugal**
R. Febo Moniz

SONDAGENS

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Pr. da Figueira, 18, 3.º — Lisboa — Tel. 36 27 95.

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
Pr. da Figueira, 18-3.º Esq. — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 55 38 73 — 5 95 67 — 73 35 45.

— **Sondagens Ródio, Ld.ª**
R. de S. Mamede ao Caldas, 22-3.º — Lisboa — Tel. 85 71 65/7.

CONSTRUÇÕES METALO-MECÂNICAS

CONSTRUTORES METALO-MECÂNICOS

— **Companhia União Fabril**
Av. 24 de Julho, 170 — Lisboa 2 — Tel. 67 04 21

— **Construções Metalo-mecânica MAGUE, Ld.ª**
Alverca

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Soc. Louis de Roll — Representante Socotel**
R. Sá da Bandeira, 651-4.º — Lisboa

MÁQUINAS-FERRAMENTAS

— **Sociedade Comercial ROMAR, Ld.ª**
Lisboa.

EDIÇÕES TÉCNICAS

— **Revista TÉCNICA**
Av. Rovisco Pais.

EQUIPAMENTO ELÉCTRICO

— **Agência Geral de Material Eléctrico**
R. das Indústrias, 4-1.º — Tel. 66 06 92 — Lisboa.

— **ASEA**
Rua de Artilharia Um, 104-4.º Dt. — Lisboa — Tel. 68 90 17/8/9.
R. do Campo Alegre, 144, Porto — Tel. 6 21 06/9

— **EFACEC — Empresa Fabril de Máquinas Eléctricas**
S. Mamede de Infesta.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Siemens — Comp. de Electricidade, S. A. R. L.**
Lisboa — Av. Almirante Reis, 65
Porto — R. das Carmelitas, 12.

— **Soc. de Elec. Brown Boveri**
R. Sá da Bandeira, 481-2.º — Tel 2 34 11 — Porto

— **Sociedade Michäelis de Vasconcelos, Ld.ª — Oerlikon**
Av. Marquês de Tomar, 94 — Lisboa.
P. da Liberdade, 114 — Porto.

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

ELÉCTRODOS

— **Electro-Arco, Ld.ª**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa — Tel. 68 36 49.
R. do Bolhão, 216 — Porto — Tel. 2 12 77.

INSTALAÇÕES

— **Electrotécnicos Reunidos, Ld.ª**
Lisboa

— **Isolux, Lda.**
R. Gonçalves Crespo, 33, 3.º — Lisboa
R. de Sá da Bandeira, 551, 4.º — Porto.

INSTRUMENTOS DE MEDIDA

— **C. Santos, Ld.ª**
29, Av. da Liberdade, 41 — Lisboa.

— **English Eléctric de Portugal, Limitada**
R. Cascais, 47 (Alcântara) — Lisboa 3.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

ISOLAMENTOS

— **Empresa Electro-Cerâmica, S.A.R.L.**
L. Barão de Quintela.

SOLDADURAS

— **Sociedade Portuguesa do Ar Líquido**
R. da Quinta do Almargem, 14 — Lisboa — Tel. 63 71 36.
R. de Justino Teixeira, 617 — Porto — Tel. 5 00 31.

TELECOMUNICAÇÕES

— **Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos, S.A.R.L.**
R. Rodrigo da Fonseca, 110, r/c — Lisboa — Tel. 68 60 72.
R. Sá da Bandeira, 766-1.º E — Porto — Tel. 2 48 18.

— **Standard Eléctrica, S.A.R.L.**
Av. da Índia — Lisboa.

EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

ANILHAS

— **Gomes de Castro & Irmão, Ld.ª**
R. Guedes de Azevedo, 229 — Tel. 2 06 58 — Porto.
Rua dos Remolares, 12-4.º — Sala A — Tel. 36 65 83 — Lisboa.

APARELHOS DE ELEVAÇÃO

— **Demag — Soc. Romar**
R. da Boa Vista — Lisboa
— **PROMEC — Soc. Comercial de Máquinas e Equipamentos**
Avenida Duque de Loulé, 75-6.º Esq. Lisboa — Tel. 73 34 63/73 35 81/73 36 14.
— **Sanfer, Ld.ª**
Rua S. Julião, 41-1.º — Lisboa — Tel. 32 60 89.

AQUECIMENTO

— **Fluitherma**
9, Avenue Hoche, Paris 8e

BOMBAS

— **CIDEX — Comércio Internacional e Representações Industriais**
Av. Casal Ribeiro, 46-2.º-Tel. 73 53 07-Lisboa 1
— **Vasco Pessoa, Lda.**
Rua da Boa Vista, 63 — Lisboa 2

CORRENTES

— **RENOLD**
Harker, Sumner & C.ª, Ld.ª
Largo do Corpo Santo, 14-18 — Lisboa.
Rua de Ceuta, 38-48 — Porto.

ESTUFAS

— **Monterroso & C.ª, Ld.ª — Electro-Helios**
R. do Campo Alegre, 606 — Porto
Av. Miguel Bombarda, 59-B — Lisboa

MÁQUINAS-FERRAMENTAS

— **Georges Fischer — Soc. An. — Suíça — Representante Soc. Romar**
R. da Boa Vista — Lisboa
— **Sociedade Comercial ROMAR, Ld.ª**
Lisboa.

MOTORES INDUSTRIAIS

— **C. Santos, Ld.ª**
29, Av. da Liberdade, 41 — Lisboa.
160, R. de Santa Catarina, 168 — Porto.

INDÚSTRIAS QUÍMICAS

COLAS

— **Araldite**

EQUIPAMENTO

— **Filtros Filfro, Ld.ª**
R. Capitão Filipe de Sousa, 128, Caldas da Rainha.
— **Kellogg International Corporation**
62/72 Chiltern Street – Baker Street
London W. 1, England

FELTROS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais**
Estrada de S. João — Ovar — Tel. 93

LUBRIFICANTES

— **B. P.**
— **Mobil Oil**
— **SONAP**
— **Silicones — Wacker – Chemie G. M. B. H. Química Hoechst, Lda.**
Av. Duque de Avila, 169-1.º — Lisboa

REVESTIMENTOS

— **NEODON — Agência Comercial, Limitada**
Travessa do Loureiro, 3 — Lisboa — Tel. 4 90 54

— **POLYKEN — Sociedade Comercial Luso-Italiana, Lda.**
Avenida Fontes Pereira de Melo, 15-2.º — Tel. 53 89 80 e 53 89 89

TÊXTEIS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais, Ld.ª**
Estrada de S. João — Ovar.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Pimentel & Casquilho, Ld.ª**
Rua do Jardim do Regedor, 24, 2.º — Lisboa
Tel. 32 43 14 — 32 42 48.
— **Hidrel — Técnica de Hidráulica e Electricidade**
Rua do Alecrim, 47-B — Lisboa

VÁLVULAS

— **COMETNA**
R. Academia das Ciências, 5 - Lisboa - Tel. 3 17 10 — 3 17 18 — 3 17 19.
Pr. D. João I, 25-1.º — Porto — Tel. 2 47 71.

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

AÇOS ESPECIAIS

— **A. Johnson & C.ª (Portugal), Ld.ª**
P. José Fontana, 11-1.º — Lisboa — Tel. 47964-4 79 93-4 79 97.
R. Dr. António Granjo, 160/168-Porto-Tel. 5 46 66
— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.º, Dt.º — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.
— **Companhia Portuguesa de Fornos Eléctricos**
L. S. Carlos, 4-2.º

— **SOABAL — Sociedade de Aços para Betão Armado, Ld.ª**
R. Joaquim Bonifácio, 2-1.º-Lisboa-Tel. 4 05 66.

BETÃO

— **Sociedade Portuguesa CAVAN**
R. de D. Estefânia, 94-A — Lisboa — Tel. 4 78 12 e 5 01 29.

BETAO ARMADO

— **SOABAL — Sociedade de Aço para Betão Armado, Ld.ª**
R. Joaquim Bonifácio, 2-1.º-Lisboa-Tel. 4 05 66.

CIMENTOS

— **CIBRA — Cimentos Brancos**
Tv. do Corpo Santo, 15 — Lisboa — Tel. 32 04 64.
R. do Bonjardim, 205 — Porto — Tel. 2 57 79.

— **Empresa de Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa — Tel. 5 91 61/66.

— **Secil**
R. do Comércio, 156 — Lisboa 2 — Tel. 32 82 01/2/3.

MATERIAL DE ESCRITÓRIO

DUPLICADORES

— **A Gestetner, Ld.**
R. da Conceição, 125 — Lisboa — Tel. 2 26 28.
L. do Padrão, 20-1.º — Porto — Tel. 2 34 69.

MOTORES DIESEL

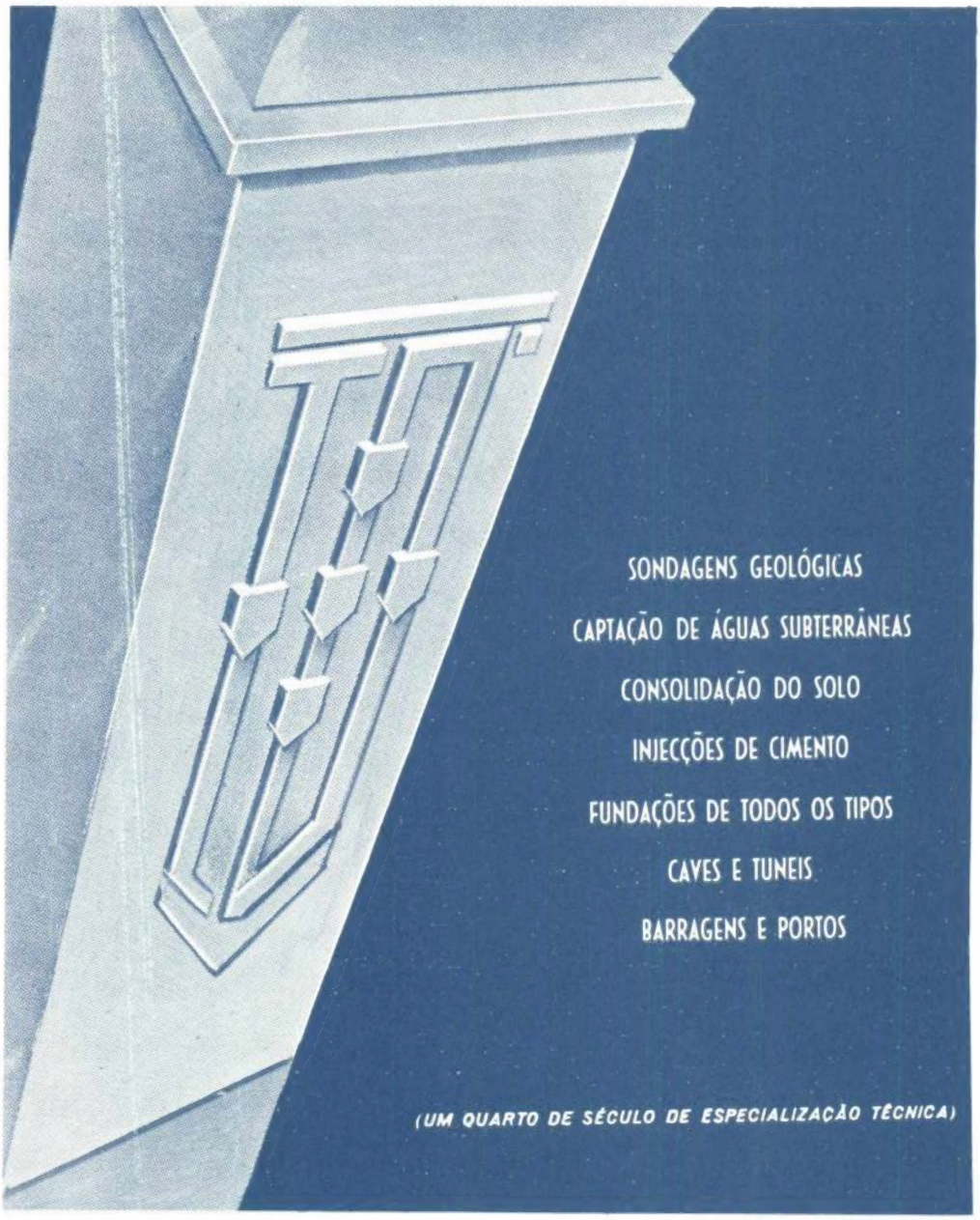
— **C. Santos, Ld.ª**
29, Av. da Liberdade, 41 — Lisboa.
160, R. de S. Catarina, 168 — Porto

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.º
TELEF. 36 27 95

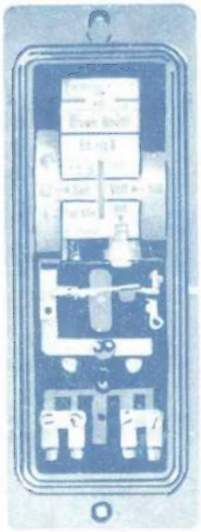
LISBOA

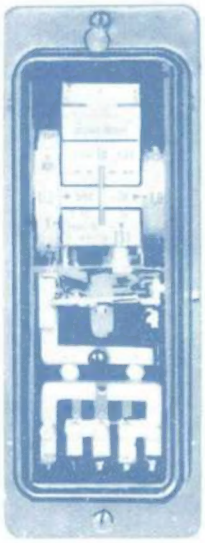


Fotogravura
Armeia & Moreno, Lda.

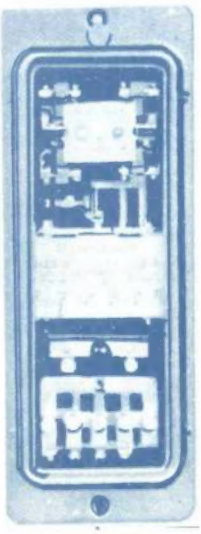
Protegei as vossas máquinas, aparelhos, e instalações, dos perigos externos e internos utilizando relés

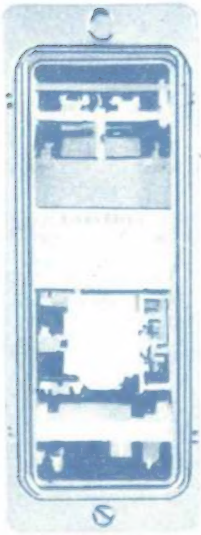
BROWN BOVERI


Sobretensão

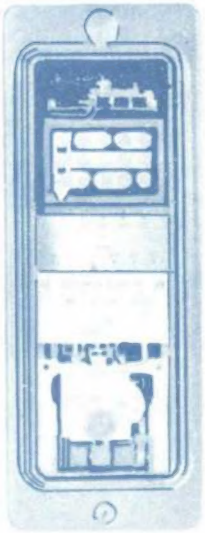

Sobrecarga curto-circuito

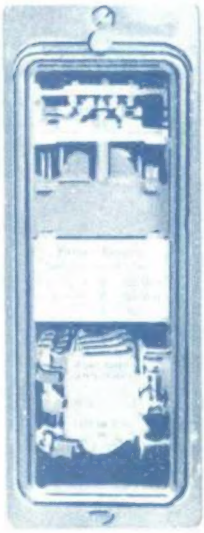
Sobrecarga termico


Sobrecarga instantâneo


Frequência

Cargas assimétricas


Diferencial


Terra

Os nossos Serviços Técnicos podem auxiliar a resolver os vossos problemas sobre protecções.

SOC. DE ELECT. **BROWN BOVERI**, LDA.
RUA DE SÁ DA BANDEIRA, 481 – 2.º • TEL. 23411 • PORTO